

# BEST AVAILABLE COPY

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-262437

(43)Date of publication of application : 11.10.1996

---

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

F21M 3/02

G02B 5/08

G02F 1/13

G03B 21/14

G09F 9/00

---

(21)Application number : 07-063080

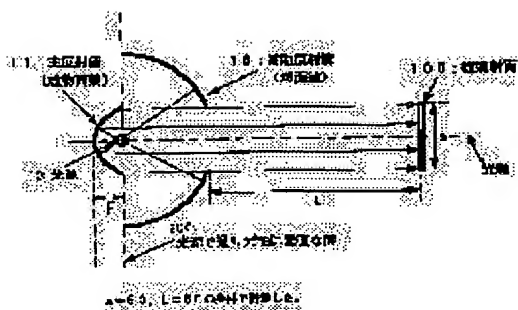
(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC  
CORP

(22)Date of filing : 22.03.1995

(72)Inventor : YONEDA TOSHIYUKI  
MIYAMOTO TERUO  
NAI YASUTO  
TANAKA MASAACKI

---

(54) LIGHTING DEVICE



# (57)Abstract:

PURPOSE: To efficiently irradiate a surface to be irradiated with light from a light source by providing a focal distance decided based on the diameter of the surface to be irradiated on a main reflection mirror.

CONSTITUTION: The light radiated from the light source 10 is reflected by a paraboloid mirror 11, and becomes parallel light rays to irradiate the surface 100 to be irradiated. On the other hand, the light source 10 is arranged on a central position of a spherical mirror 16. The light irradiated from the light source 10 is reflected from the spherical mirror 16 to be reflected to the light source 10 again. The light

reflected by the spherical mirror 16 passes through the light source 10, or passes through the vicinity of the light source, and is reflected by the paraboloid mirror 11 to become the parallel light rays and to irradiate the surface 100 to be irradiated. The opening end of the paraboloid mirror 11 passes through the light source 10 and exists until the surface 200 perpendicular to a light axis. In such a case, the paraboloid mirror 11 whose focal distance  $F$  is nearly  $1/4$  of the diameter  $a$  of the surface to be irradiated is used as the main reflection mirror, and the light source 10 is arranged on nearly the focal position of the paraboloid mirror 11, and the spherical mirror 16 of a ring shape whose central position becomes nearly the light source 10 position is used as an auxiliary reflection mirror.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It has the light source which emits the lighting-system (a) light which has the following elements, and the focal distance determined based on the path of the (b) irradiated plane. The auxiliary reflecting mirror in which the above-mentioned main reflecting mirror is made to reflect a part of [ at least ] light of the light which is not irradiated by the irradiated plane in the light from the main reflecting mirror which is a parabolic mirror which has arranged the above-mentioned light source in the abbreviation focal location, reflects the light from the above-mentioned light source, and irradiates an irradiated plane, and the (c) above-mentioned light source.

[Claim 2] The focal distance of the above-mentioned main reflecting mirror is a lighting system according to claim 1 characterized by what it opts for based on the angular distribution of the light comparatively irradiated by the irradiated plane of the light irradiated by the irradiated plane.

[Claim 3] The focal distance of the above-mentioned main reflecting mirror is a lighting system according to claim 2 characterized by being the abbreviation 1/4 for the path of an irradiated plane.

[Claim 4] The auxiliary reflecting mirror in which the above-mentioned main reflecting mirror is made to reflect a part of [ at least ] light of the light which is not irradiated by the irradiated plane in the light from the main reflecting mirror and the (c) above-mentioned light source which used the spheroid mirror which has arranged the light source which emits the lighting-system (a) light which has the following elements, and the (b) above-mentioned light source in the abbreviation focal location of a side far from an irradiated plane.

[Claim 5] Two or more auxiliary reflecting mirrors in which the above-mentioned main reflecting mirror is made to reflect a part of [ at least ] light of the light which is not irradiated by the irradiated plane in the light from the main reflecting mirror which irradiates the light from the light source and the (b) above-mentioned light source which emits the lighting-system (a) light which has the following elements at an irradiated plane, and the (c) above-mentioned light source.

[Claim 6] The above-mentioned auxiliary reflecting mirror is a lighting system according to claim 3, 4, or 5 characterized by being prepared between the above-mentioned light source and an irradiated plane.

[Claim 7] The lighting system according to claim 6 characterized by arranging the above-mentioned auxiliary reflecting mirror from a field perpendicular to an optical axis through the light source while arranging the above-mentioned main reflecting mirror to a field perpendicular to an optical axis through the light source.

[Claim 8] The above-mentioned auxiliary reflecting mirror is a lighting system according to claim 6 characterized by being the parabolic mirror which has arranged the above-mentioned light source in the abbreviation focal location.

[Claim 9] The above-mentioned auxiliary reflecting mirror is a lighting system according to claim 6 characterized by being the spherical mirror which has arranged the above-mentioned light source to the abbreviation center position.

[Claim 10] The above-mentioned auxiliary reflecting mirror is a lighting system according to claim 8 or 9 characterized by having opening which does not bar the light irradiated by the irradiated plane from the above-mentioned main reflecting mirror.

[Claim 11] The lighting system according to claim 5 characterized by having used as the ring-like parabolic mirror the auxiliary reflecting mirror which is in a light source side most, and using other

auxiliary reflecting mirrors as a ring-like spherical mirror.

[Claim 12] The lighting system according to claim 5 characterized by using all the auxiliary reflecting mirrors as a ring-like spherical mirror.

[Claim 13] The above-mentioned auxiliary reflecting mirror is a lighting system according to claim 9 characterized by making the above-mentioned main reflecting mirror reflect further the light directly irradiated by the irradiated plane in the light from the above-mentioned light source.

[Claim 14] The lighting system according to claim 13 with which the aperture of the above-mentioned main reflecting mirror is characterized by being almost equal to the path of an irradiated plane.

[Claim 15] The above-mentioned auxiliary reflecting mirror is a lighting system according to claim 13 characterized by reflecting in the main reflecting mirror all the light that is not irradiated by the irradiated plane with the above-mentioned main reflecting mirror.

[Claim 16] The main reflecting mirror which reflects the light from the light source and the (b) above-mentioned light source which emits the lighting-system (a) light which has the following elements, and irradiates an irradiated plane, the lens which inputs into an irradiated plane at least the light irradiated directly in the light from the (c) above-mentioned light source, and is outputted to an irradiated plane.

[Claim 17] The above-mentioned main reflecting mirror is a lighting system according to claim 16 characterized by being the parabolic mirror which has arranged the above-mentioned light source in the abbreviation focal location.

[Claim 18] The above-mentioned main reflecting mirror is a lighting system according to claim 16 characterized by being the spheroid mirror which has arranged the above-mentioned light source in the abbreviation focal location of a side far from an irradiated plane.

[Claim 19] A lens almost equal to the distance of the focal location of a side with the focal distance near [ arrange the light source and the (b) above-mentioned light source which emit the lighting-system (a) light which has the following elements in the abbreviation focal location of a side far from an irradiated plane, and it is prepared between the abbreviation focus of the side near an irradiated plane, and an irradiated plane at a spheroid mirror and the (c) above-mentioned opening with opening, and / the above-mentioned spheroid mirror ] an irradiated plane, and the above-mentioned opening.

[Claim 20] The parabolic mirror which is formed in some reflecting mirrors between openings and the irradiated planes of a spherical mirror with opening, and the (c) above-mentioned spherical mirror, and has a focus in the abbreviation center position of the above-mentioned opening while arranging the light source and the (b) above-mentioned light source which emit the lighting-system (a) light which has the following elements to an abbreviation center position and a reflecting mirror consists of the diffusing surface.

[Claim 21] The light source and the (b) above-mentioned light source which emit the lighting-system (a) light which has the following elements are arranged in the abbreviation focal location of a side far from an irradiated plane. It is prepared from the opening edge of the spheroid mirror which has an opening edge in an irradiated plane side, and the (c) above-mentioned spheroid mirror to the abbreviation focus of the side near the irradiated plane of the above-mentioned spheroid mirror. The parabolic mirror which is formed between openings and the irradiated planes of the cone reflecting mirror of the shape of a ring which has opening and opening prepared between irradiated planes, and the (d) above-mentioned cone reflecting mirror, and has a focus in the abbreviation center position of the above-mentioned opening.

[Claim 22] while arranging the light source and the (b) above-mentioned light source which emit the lighting-system (a) light which has the following elements to an abbreviation center position -- between a center position and irradiated planes -- the path of an irradiated plane, and abbreviation -- a lens with a focal distance it is prepared in a spherical mirror and the (c) above-mentioned opening with opening of an equal path, and almost equal [ the above-mentioned spherical mirror ] to the distance of a center position and the above-mentioned opening.

[Claim 23] The plane mirror which reflects the light from an attachment lens and the (d) above-mentioned attachment lens which was prepared between the light source and the (b) above-mentioned light source which emit the lighting-system (a) light which has the following elements, and an irradiated plane, was prepared in the side far from the irradiated plane of the main lens which

has arranged the above-mentioned light source in the abbreviation focal location, and the (c) above-mentioned light source, and has arranged the above-mentioned light source in the abbreviation focal location.

[Claim 24] The 1st and the 2nd parabolic mirror which have arranged the light source which emits the lighting-system (a) light which has the following elements, and the (b) above-mentioned light source in the abbreviation focal location.

[Claim 25] The parabolic mirror which arranges the light source and the (b) above-mentioned light source which emit the lighting-system (a) light which has the following elements in the abbreviation focal location of a side far from an irradiated plane, is formed between the spheroid mirror and the (c) above-mentioned opening which have opening in the side near an irradiated plane, and an irradiated plane, and has a focal location in the abbreviation focal location of the side near the irradiated plane of the above-mentioned spheroid mirror.

[Claim 26] The parabolic mirror which arranges the light source and the (b) above-mentioned light source which emit the lighting-system (a) light which has the following elements to an abbreviation center position, is formed between the spherical mirror and the (c) above-mentioned opening which have opening in an irradiated plane side, and an irradiated plane, and has a focal location in the abbreviation center position of the above-mentioned spherical mirror.

[Claim 27] claims 1-26 characterized by the above-mentioned lighting system preparing a lens between an irradiated plane and the light source further -- a lighting system given in either.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the lighting system used for a liquid crystal projector etc. It is related with the lighting system which emits efficiently the light emitted [ especially ] from the light source. Moreover, it is related with the lighting system which makes a parallel ray light emitted from the light source, and irradiates it.

[0002]

[Description of the Prior Art] Drawing 29 shows the liquid crystal projector of 3 mainstream plate methods now. Drawing 29 is the block diagram of the optical system of red (R) in three primary colors, green (G), and conventional liquid crystal projector equipment using the liquid crystal panel of three blue (B) colors as a light modulation means. The light source system which the light source becomes in 10 and a reflecting mirror and 1 become from the light source 10 and the main reflecting mirror 11 in drawing 29 in 11, 2 penetrates the spectrum of light, and a reflective mirror, and 21 penetrates a blue component among the white lights of the light source 10. The inside of the 1st die claw IKKU mirror which reflects a red component and a green component, the red in which 22 passed the 1st die claw IKKU mirror 21, and a green light, It is the 2nd die claw IKKU mirror which reflects only a green component and supplies the light to the liquid crystal panel 31 for green. 24 and 23 The white light of the light source 10 by said 1st and 2nd die claw IKKU mirrors the light of red and each color which carried out the spectrum blue The reflective mirror for supplying red and the liquid crystal panels 30 and 32 for blue as a result, and 40 and 41 The 3rd which compounds red, green, and the light that passed each liquid crystal panels 30, 31, and 32 for blue and the 4th die claw IKKU mirror, and 50 are projection lenses (projection lens) which carry out expansion projection of the image compounded by the 3rd die claw IKKU mirror 40 at a screen 60. Red, green, and each liquid crystal panels 30, 31, and 32 for blue are arranged in the location where the optical path length to the projection lens 50 becomes equal while the optical path length from the light source 10 is stationed in the location which becomes equal. Moreover, it is constituted so that each optical path length from the light source 10 to the projection lens 50 may become equal.

[0003] In the liquid crystal projector of current and 3 mainstream plate methods, 70,000 thru/or a 300,000-pixel liquid crystal panel are used for the object for red, the object for green, and blue, respectively.

[0004] Next, actuation of the liquid crystal projector of 3 plate methods is explained. The light source system 1 consists of the light source 10 and a main reflecting mirror 11 (although omitted in drawing 29, since it may have the auxiliary reflecting mirror which returns the light emitted ahead to the main reflecting mirror, 11 is called main reflecting mirror), and irradiates the exposure light 100 of in general parallel white. As the light source 10, the so-called sources of the white light, such as the metal halide light source, the canon light source, and the halogen light source, are used, for example. Moreover, the reflector of the main reflecting mirror 11 is a condensing means, paraboloid of revolution is a base and the exposure light 100 which is outline parallel is obtained by arranging the emission center of the light source 10 in the outline focal location of paraboloid of revolution.

[0005] The exposure light 100 penetrates blue glow, and reflects the 1st die claw IKKU mirror 21 and green which reflect green light and red light, and a spectrum is carried out to red, green, and the three blue homogeneous lights 100R, 100G, and 100B by the 2nd die claw IKKU mirror 22 which

passes red. Homogeneous-light 100R of the red and blue homogeneous-light 100B can change an optical path by the reflective mirrors 24 and 23 respectively, and homogeneous-light 100G [ green ] can change an optical path by the 2nd die claw IKKU mirror 22, and incidence is carried out to the liquid crystal panels 30, 32, and 31 corresponding to each primary color.

[0006] And the red by which incidence was carried out to each liquid crystal panels 30, 31, and 32, and each green and blue homogeneous light receive control of the strength of light, i.e., light modulation, by passing the liquid crystal panels 30, 31, and 32 which display the monochrome image corresponding to the video signal, i.e., R signal, G signal, and B signal of each monochrome decoded from the chrominance signal of the video signals. And the light which received this light modulation is again compounded by the one flux of light by the 3rd [ of a synthetic means to compound each homogeneous light ], and 4th die claw IKKU mirror 40 and 41. Incidence of the flux of light is carried out to the projection lens 50, it is expanded with a predetermined magnifying power, and is projected on a screen 60.

[0007] Next, the liquid crystal panel used for light modulation is explained. Drawing 30 and drawing 31 are the explanatory views of a 90-degree torsion pneumatic (TN) liquid crystal panel of operation (bibliography: a color liquid crystal display, Sangyo Tosho Publishing Co., Ltd., Shunsuke Kobayashi work, the December 14, Heisei 2 first edition, p1). It is shown that drawing 30 has passed through the orientation film and polarizing plate (or a polarizer, an analyzer) by the side of the exposure which only the polarization light which met in the direction P of rubbing of the orientation film with the inner polarizing plate (or polarizer) of the light which carried out incidence passes, and has the distorted direction A of rubbing 90 degrees at the time of applied-voltage OFF (= 0) of a liquid crystal panel. Conversely, drawing 31 shows the case of applied-voltage ON of a liquid crystal panel, and the light which carried out incidence shows what is interrupted with the polarizing plate by the side of an exposure (or a polarizer or an analyzer) (blocked).

[0008] Although a polarizer is required in order to obtain a polarization light required as incident light of a TN liquid crystal, most generally the polarization film is used to a polarizer. However, since the polarization film absorbed either light of the P wave which comes from the light source, or an S wave, the quantity of light which contributes to the image formation of the light modulation means by the liquid crystal panel is 50% or less, and had the problem that a bright image was hard to be obtained. In order to raise image quality, it is desirable to irradiate light to the limitation of a liquid crystal panel.

[0009] A polymer distributed liquid crystal panel is a method which does not need a polarizer with such a problem. This method changes the array of the liquid crystal molecule in the spherical globule of the nematic liquid crystal distributed to the polymer by electric field, and applies change of the refractive index by it. By the OFF state to which electric field are not impressed, orientation of the optical axis of liquid crystal is irregularly carried out like drawing 32, scattered reflection of the transmitted light is carried out, and it shows opaque white. In the ON state to which electric field were impressed, since the optical axis of a globule arranges in the direction of electric field like drawing 33 and the refractive index of liquid crystal becomes homogeneity, dispersion decreases and it becomes transparence mostly (bibliography: all the liquid crystal displays, Kogyo Chosakai Publishing Co., Ltd., Akio Sasaki / Naemura \*\*\*\*\*, the April 22, 1994 first edition, p32). If it is made a configuration like drawing 34, when the parallelism of incident light is high, the modulation light of high contrast will be obtained (bibliography: the work edited by the next-generation liquid crystal display technique, Kogyo Chosakai Publishing Co., Ltd., and Tatsuo Uchida, the November 1, 1994 first edition, p229).

[0010] Next, the light source is described. Brightness is required of a projection mold liquid crystal projector. In order to realize it, the bright light source is required.

[0011] On the other hand, in order to ask for sufficient brightness from the light source, the size of the light source will become large. In order to obtain sufficient brightness, size of the light source cannot be made below fixed with Stephen Boltzmann's principle, and the principle of Vienna. moreover, a life of a lamp and a color temperature are also the factors do not make the magnitude of the light source looked like [ factors ] below fixed. Moreover, when a longevity life is required, die length is inevitably needed for the light source. Drawing 35 shows the property of various kinds of light sources. If the longevity life which is thousands of hours is required when a color temperature



is the suitable metal halide light source, the arc length decided by the electrode length of discharge, i.e., light source length, will serve as 5mm of abbreviation. Drawing 36 shows the spatial distribution of 250W and luminescence brightness with an arc length of 5mm. In drawing, the brightest luminescence brightness is set to 1.0 and 1.0 or less numeric value is a numeric value which performed weighting on the basis of 1.0.

[0012] Drawing 37 is drawing of the metal halide light source of 250W used for the conventional liquid crystal projector. This metal halide light source consists of the light source 10 and the main reflecting mirror 11. Moreover, infrared radiation heats the main reflecting mirror etc. In order to process this heat (it cools), a certain magnitude is required for the main reflecting mirror, and, in the case of the light source shown in drawing, aperture is 80mm (8cm).

[0013] Moreover, drawing 38, drawing 39, and drawing 40 are drawings showing an example of the light source system used for conventional liquid crystal projector equipment. The case where drawing 38 uses the main reflecting mirror 11 as a parabolic mirror, and auxiliary reflecting mirror 16a is similarly being used as the parabolic mirror is shown. The main reflecting mirror and the auxiliary reflecting mirror shared the focus, and arrange the light source 10 in the focal location. In the case of drawing 39, it is the same configuration as what was shown in drawing 38  $R > 8$ , but the case where auxiliary reflecting mirror 16b is a spherical mirror is shown. An auxiliary reflecting mirror can make the main reflecting mirror 11 reflect the emission flux of light emitted to the front face of an exposure machine from the light source. The flux of light reflected by the main reflecting mirror serves as a parallel ray, and is emitted to the front face of an exposure machine. When this is not equipped with an auxiliary reflecting mirror, before being thrown away, the side emission flux of light can be used effectively. When shown in drawing 40, an outgoing radiation scuttle is prepared in the outlet of a lighting system, the light of a vertical component is penetrated to an outgoing radiation scuttle, and the interference film 12 which reflects slanting outgoing radiation light is given. Thus, shaping and parallel-izing of an outgoing beam can be performed by preparing the interference film.

[0014] In the conventional projection mold liquid crystal projector, for example, the main reflecting mirror and the condensing lens were used as the parabolic mirror and the long focal lens, respectively, the system was brought close to a telecentric system (Telecentric) system in the design of the transmission optical system consisting mainly of the main reflecting mirror 11, a condensing lens, and a projection lens, and it was thought that it was necessary to make a beam of light into the parallel illumination light as much as possible.

[0015] There is a problem also in telecentric system. Surely, by telecentric system, although the light which comes out of the part put on the focus of the parabolic mirror of drawing 37 becomes parallel, the light which comes out of the other part has an inclination, for example rather than is parallel. Maximum ground dtheta of this inclination is proportional to the arc length  $l_s$  put on the optical axis, and inversely proportional to the diameter  $D_m$  of the main reflecting mirror, and the aspect ratio  $asr$  of the main reflecting mirror.

[0016] In order to hold down maximum ground dtheta of an inclination to tolerance as long as the arc length  $l_s$  is limited also although it is called telecentric system, it is necessary to enlarge the diameter  $D_m$  of the main reflecting mirror to some extent. For example, if tolerance of thin films, such as a die claw IKKU mirror and a polarization separation component, is made into 6 times, the diameter of the main reflecting mirror will not be made to below 7.5cm (3 inches), as long as the light source with an arc length of 5mm and an aspect ratio use the two or less conventional main reflecting mirror. In addition, the aspect ratio is a value shown by the die length  $L_m$  of diameter  $D_m$  / main reflecting mirror of the main reflecting mirror, and since it has structure which takes out the front end of the main reflecting mirror with the conventional light source before the location of the light source 10 as shown in drawing 37, and raises condensing effectiveness, it is about two.

[0017] Therefore, in telecentric system, each optic becomes large and becomes expensive. If the size of a liquid crystal panel becomes large especially, the cost of not only the cost of TFT but an edge strip may become remarkable quantity. For example, although polycrystalline silicon (Poli Si) with high mobility is an ideal as an ingredient of TFT, Poli Si requires quartz glass due to high temperature processing, and the cost of this quartz glass turns into high cost from other members considerably. By such reason, the amorphous silicon (alpha-Si) with which current does not need

quartz glass for the ingredient of TFT of a liquid crystal panel with large size is used. The size of the mainstream liquid crystal panel as current and an object for projection is 3 inches (7.62cm) or 3.26 inches (8.28cm).

[0018] The relation of the light source and the liquid crystal panel which applied the light source of the telecentric system of drawing 37 to the filter system of a liquid crystal panel (3 inches thru/or 3.26 inches) and the same size as it is shown in drawing 41 . The main reflecting mirror (8cm thru/or 9cm) is irradiating [ aperture ] parallel light by about **\*\*eight** angular dispersion at the 7.62cm - 8.28cm panel.

[0019] Next, since the projection device with which the liquid crystal panel with small about 1.3 inches and Pori Si is used is produced commercially, size will consider this optical transmission system. As for the path of the main reflecting mirror, about 3 inches is needed from the engine performance of the thin film used also in this case. Therefore, as shown in drawing 42 , a part of parallel light from the light source will not be irradiated by the liquid crystal panel. Therefore, the fall of the brightness on a screen is not avoided.

[0020]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The following technical problems occurred in the conventional lighting system. It is the technical problem whether what we are made for the 1st technical problem to do with the outgoing radiation of the parallel ray from a lighting system. As mentioned above, when irradiating a beam of light at the optic using a liquid crystal panel or a thin film, it is desirable to make an inclination as small as possible. Since especially the light directly emitted from the light source from the front of a lighting system was not a parallel ray, it had the technical problem that he wanted to make into a parallel ray light by which direct outgoing radiation is carried out, and to irradiate it from the lighting-system front.

[0021] The 2nd technical problem is the point of using efficiently the light emitted from the light source. For example, when the magnitude of the main reflecting mirror is not large compared with the magnitude of the light source, there is a problem that the synchrotron orbital radiation to light source back is not enough used among the light emitted from the light source. Although reflected by the main reflecting mirror, since the synchrotron orbital radiation to light source back has the magnitude of finite in the light source, it is interfered with the reflected light by the light source itself, and outgoing radiation of it is not carried out ahead. As mentioned above, in order to secure sufficient brightness, size of the light source cannot be made below fixed. Therefore, the size of the light source becomes large, so that it will be carried out, if brightness is required. As mentioned above, when sizes, such as a liquid crystal projector, are miniaturized on the other hand, the lighting system itself must be miniaturized. Although the size of a lighting system becomes small by making the main reflecting mirror small, the balance of the size of the light source and the main reflecting mirror will collapse. When the light source is the point light source, the light emitted from the light source is efficiently emitted by the main reflecting mirror, but as size becomes large when the light source is not the point light source namely, ahead [ light source ] outgoing radiation of the light emitted to light source back among the light emitted from the light source will not be carried out, but it will become more useless in it.

[0022] The 3rd technical problem is a trouble on the structure produced when the liquid crystal panel and the die claw IKKU mirror were miniaturized compared with the size of the lighting system used for a liquid crystal projector. A reflecting mirror and a die claw IKKU mirror also become small, and the whole equipment is compact as a liquid crystal panel becomes the size of 3 to 1 inch or less. On the other hand, a lighting system cannot be made to some extent into the following sizes, in order to take out sufficient brightness. Thus, the technical problem that the lighting system which had big size in the liquid crystal projector must be arranged arises. Since it is possible to miniaturize the size of a liquid crystal panel, I want to also continue to make size of a lighting system small. Light is not used effectively when a big difference is in the size of an exposure machine, and the size of a liquid crystal panel. it is necessary to extract the light diameter of the light irradiated, and in order to use effectively, between an exposure machine and a liquid crystal panel, the need of maintaining the predetermined optical path length comes out, and it comes out and comes. Thus, while arranging components efficiently, in order to use the whole equipment as a compact, a miniaturization of a lighting system is desired.

[0023] The 4th technical problem is related with the liquid crystal panel of Pori Si. In the liquid crystal panel of Pori Si, since expensive quartz glass is used, it is necessary to make area small but, and since a high numerical aperture can be far taken in the same area as compared with the thing of alpha-Si, size of a liquid crystal panel can be far made small. Therefore, the liquid crystal panel of Pori Si is anxious for development of the lighting system which irradiates a beam of light effective in a small area especially.

[0024] Since the aspect ratio of the main reflecting mirror used for the conventional light source system as the 5th technical problem is small, it is raised that distribution of the inclination of the light to which diameter [ of the same ] same light source length is also emitted from the main reflecting mirror is large. The small aspect ratio is adopted because the condensing effectiveness of the main reflecting mirror increases, so that an aspect ratio is small.

[0025] This invention is made in order to cancel the above technical problems, and it aims at obtaining the lighting system which irradiates light efficiently to irradiated planes, such as a liquid crystal panel. Moreover, this invention aims at obtaining the lighting system which improves parallelism and irradiates the light emitted from the light source as much as possible at an irradiated plane. Moreover, this invention aims at obtaining the miniaturized lighting system.

[0026]

[Means for Solving the Problem] The lighting system of this invention is characterized by having the following elements.

(a) The auxiliary reflecting mirror in which the above-mentioned main reflecting mirror makes reflect a part of [ at least ] light of the light which is not irradiated by the irradiated plane in the light from the main reflecting mirror which has the light source which emits light, and the focal distance determined based on the path of the (b) irradiated plane, is a parabolic mirror which has arranged the above-mentioned light source in the abbreviation focal location, reflects the light from the above-mentioned light source, and irradiates an irradiated plane, and the (c) above-mentioned light source.

[0027] The focal distance of the above-mentioned main reflecting mirror is characterized by what it opts for based on the angular distribution of the light comparatively irradiated by the irradiated plane of the light irradiated by the irradiated plane.

[0028] The focal distance of the above-mentioned main reflecting mirror is characterized by being the abbreviation  $1/4$  for the path of an irradiated plane.

[0029] The lighting system of this invention is characterized by having the following elements.

(a) The auxiliary reflecting mirror in which the above-mentioned main reflecting mirror is made to reflect a part of [ at least ] light of the light which is not irradiated by the irradiated plane in the light from the main reflecting mirror and the (c) above-mentioned light source which used the spheroid mirror which has arranged the light source which emits light, and the (b) above-mentioned light source in the abbreviation focal location of a side far from an irradiated plane.

[0030] The lighting system of this invention is characterized by having the following elements.

(a) Two or more auxiliary reflecting mirrors in which the above-mentioned main reflecting mirror is made to reflect a part of [ at least ] light of the light which is not irradiated by the irradiated plane in the light from the main reflecting mirror which irradiates the light from the light source and the (b) above-mentioned light source which emits light at an irradiated plane, and the (c) above-mentioned light source.

[0031] The above-mentioned auxiliary reflecting mirror is characterized by being prepared between the above-mentioned light source and an irradiated plane.

[0032] While arranging the above-mentioned main reflecting mirror to a field perpendicular to an optical axis through the light source, it is characterized by arranging the above-mentioned auxiliary reflecting mirror from a field perpendicular to an optical axis through the light source.

[0033] The above-mentioned auxiliary reflecting mirror is characterized by being the parabolic mirror which has arranged the above-mentioned light source in the abbreviation focal location.

[0034] The above-mentioned auxiliary reflecting mirror is characterized by being the spherical mirror which has arranged the above-mentioned light source to the abbreviation center position.

[0035] The above-mentioned auxiliary reflecting mirror is characterized by having opening which does not bar the light irradiated by the irradiated plane from the above-mentioned main reflecting mirror.

[0036] It is characterized by having used as the ring-like parabolic mirror the auxiliary reflecting mirror which is in a light source side most, and using other auxiliary reflecting mirrors as a ring-like spherical mirror.

[0037] It is characterized by using all the auxiliary reflecting mirrors as a ring-like spherical mirror.

[0038] The above-mentioned auxiliary reflecting mirror is characterized by making the above-mentioned main reflecting mirror reflect further the light directly irradiated by the irradiated plane in the light from the above-mentioned light source.

[0039] The aperture of the above-mentioned main reflecting mirror is characterized by being almost equal to the path of an irradiated plane.

[0040] The above-mentioned auxiliary reflecting mirror is characterized by reflecting in the main reflecting mirror all the light that is not irradiated by the irradiated plane with the above-mentioned main reflecting mirror.

[0041] The lighting system of this invention is characterized by having the following elements.

(a) The main reflecting mirror which reflects the light from the light source and the (b) above-mentioned light source which emits light, and irradiates an irradiated plane, the lens which inputs into an irradiated plane at least the light irradiated directly in the light from the (c) above-mentioned light source, and is outputted to an irradiated plane.

[0042] The above-mentioned main reflecting mirror is characterized by being the parabolic mirror which has arranged the above-mentioned light source in the abbreviation focal location.

[0043] The above-mentioned main reflecting mirror is characterized by being the spheroid mirror which has arranged the above-mentioned light source in the abbreviation focal location of a side far from an irradiated plane.

[0044] The lighting system of this invention is characterized by having the following elements.

(a) A lens almost equal to the distance of the focal location of a side with the focal distance near [ arrange the light source and the (b) above-mentioned light source which emit light in the abbreviation focal location of a side far from an irradiated plane, and it is prepared between the abbreviation focus of the side near an irradiated plane, and an irradiated plane at a spheroid mirror and the (c) above-mentioned opening with opening, and / the above-mentioned spheroid mirror ] an irradiated plane, and the above-mentioned opening.

[0045] The lighting system of this invention is characterized by having the following elements.

(a) The parabolic mirror which is formed in some reflecting mirrors between openings and the irradiated planes of a spherical mirror with opening, and the (c) above-mentioned spherical mirror, and has a focus in the abbreviation center position of the above-mentioned opening while arranging the light source and the (b) above-mentioned light source which emit light to an abbreviation center position and a reflecting mirror consists of the diffusing surface.

[0046] The lighting system of this invention is characterized by having the following elements.

(a) Arrange the light source and the (b) above-mentioned light source which emit light in the abbreviation focal location of a side far from an irradiated plane. It is prepared from the opening edge of the spheroid mirror which has an opening edge in an irradiated plane side, and the (c) above-mentioned spheroid mirror to the abbreviation focus of the side near the irradiated plane of the above-mentioned spheroid mirror. The parabolic mirror which is formed between openings and the irradiated planes of the cone reflecting mirror of the shape of a ring which has opening and opening prepared between irradiated planes, and the (d) above-mentioned cone reflecting mirror, and has a focus in the abbreviation center position of the above-mentioned opening.

[0047] The lighting system of this invention is characterized by having the following elements.

(a) while arranging the light source and the (b) above-mentioned light source which emit light to an abbreviation center position -- between a center position and irradiated planes -- the path of an irradiated plane, and abbreviation -- a lens with a focal distance it is prepared in a spherical mirror and the (c) above-mentioned opening with opening of an equal path, and almost equal [ the above-mentioned spherical mirror ] to the distance of a center position and the above-mentioned opening.

[0048] The lighting system of this invention is characterized by having the following elements.

(a) The plane mirror which reflects the light from an attachment lens and the (d) above-mentioned attachment lens which was prepared between the light source and the (b) above-mentioned light source which emit light, and an irradiated plane, was prepared in the side far from the irradiated

plane of the main lens which has arranged the above-mentioned light source in the abbreviation focal location, and the (c) above-mentioned light source, and has arranged the above-mentioned light source in the abbreviation focal location.

[0049] The lighting system of this invention is characterized by having the following elements.

(a) The 1st and the 2nd parabolic mirror which have arranged the light source which emits light, and the (b) above-mentioned light source in the abbreviation focal location.

[0050] The lighting system of this invention is characterized by having the following elements.

(a) The parabolic mirror which arranges the light source and the (b) above-mentioned light source which emit light in the abbreviation focal location of a side far from an irradiated plane, is formed between the spheroid mirror and the (c) above-mentioned opening which have opening in the side near an irradiated plane, and an irradiated plane, and has a focal location in the abbreviation focal location of the side near the irradiated plane of the above-mentioned spheroid mirror.

[0051] The lighting system of this invention is characterized by having the following elements.

(a) The parabolic mirror which arranges the light source and the (b) above-mentioned light source which emit light to an abbreviation center position, is formed between the spherical mirror and the (c) above-mentioned opening which have opening in an irradiated plane side, and an irradiated plane, and has a focal location in the abbreviation center position of the above-mentioned spherical mirror.

[0052] The above-mentioned lighting system is further characterized by preparing a lens between an irradiated plane and the light source.

[0053]

[Function] By having the focal distance as which the main reflecting mirror was determined based on the path of an irradiated plane, the lighting system of this invention irradiates the light from the light source efficiently at an irradiated plane.

[0054] Since the focal distance of the main reflecting mirror is determined by the rate of light and the angular distribution of light which are irradiated by the irradiated plane, to an irradiated plane, it does not have futility and irradiates light with sufficient parallelism to an optical axis.

[0055] The focal distance of the main reflecting mirror is about 1 of path of irradiated plane/4, by [ of the path of an irradiated plane ] having about 1/of focal distances of 4, is shot ON to an irradiated plane and maintained at a condition with suitable rate and luminous intensity of last light.

[0056] The lighting system of this invention uses the spheroid mirror for the main reflecting mirror, and converges light on the focus of another side by arranging the light source in one focal location.

[0057] By having two or more auxiliary reflecting mirrors, the lighting system of this invention uses the light from the light source efficiently.

[0058] The auxiliary reflecting mirror of this invention is prepared between the light source and an irradiated plane, and makes available light which is not used between the light source and an irradiated plane.

[0059] Since the main reflecting mirror of this invention is carrying out the outlet of the main reflecting mirror to to the location of the light source, the value of an aspect ratio becomes large and it makes the inclination of the light to an optical axis small. On the other hand, an auxiliary reflecting mirror is prepared in order to compensate the fault that the light which is not used when the aspect ratio became high increases.

[0060] Since an auxiliary reflecting mirror is a parabolic mirror which has arranged the light source in the focal location, the light emitted from the light source is reflected in an optical axis and parallel, and light which is not used from the first is made available.

[0061] Since an auxiliary reflecting mirror is a spherical mirror which has arranged the light source to the center position, the light emitted from the light source is again reflected in the light source, and light which was not used from the first is made available.

[0062] An auxiliary reflecting mirror does not bar the light which has opening and is emitted from a lighting system.

[0063] When there are two or more auxiliary reflecting mirrors, the light which is not used by changing the class of auxiliary reflecting mirror is reflected in the different direction, and suppose that it is available.

[0064] When there are two or more auxiliary reflecting mirrors, the light which is not used by using all auxiliary reflecting mirrors as a spherical mirror is reflected in the light source, and suppose that

it is available.

[0065] Since an auxiliary reflecting mirror reflects in the main reflecting mirror the light directly irradiated by the irradiated plane from the light source, while preventing that the light which is not a parallel ray is irradiated by the irradiated plane from the light source, light currently directly irradiated by the irradiated plane from the light source is made into a parallel ray, and an irradiated plane is irradiated.

[0066] When the aperture of the main reflecting mirror is equal to the path of an irradiated plane, the diameter of an optical path and the path of an irradiated plane become equal, and light can use without futility.

[0067] Since an auxiliary reflecting mirror reflects in a main reflecting mirror all the light that is not irradiated by the irradiated plane with the main reflecting mirror, all the light from the light source becomes available.

[0068] Since it outputs to an irradiated plane after the lighting system of this invention inputs into a lens the light irradiated by the direct irradiated plane from the light source, the light directly irradiated by the irradiated plane becomes a parallel ray with a lens.

[0069] Since the main reflecting mirror is a parabolic mirror which has arranged the light source in the focal location, the light reflected by the main reflecting mirror serves as a parallel ray.

[0070] Since the main reflecting mirror is a spheroid mirror which has arranged the light source in one focal location, the light from the light source converges on the focal location of another side.

[0071] The lighting system of this invention arranges the light source to one focus of a spheroid mirror, and converges the reflected light on the focus of another side. The light which converged on the focus of another side serves as a parallel ray with a lens, and is irradiated by the irradiated plane from opening.

[0072] By arranging the parabolic mirror which has a focus in opening of a spherical mirror, the lighting system of this invention reflects irregularly within a spherical mirror, and irradiates the light which carried out outgoing radiation from opening as an parallel light with a parabolic mirror while it arranges the light source at the core of a spherical mirror.

[0073] The lighting system of this invention arranges the light source to one focus of a spheroid mirror, and converges light on the focus of another side in a cone reflecting mirror and a spheroid mirror. The light which converged is irradiated as a parallel ray by the parabolic mirror.

[0074] The lighting system of this invention arranges the light source to the center position of a spherical mirror, and emits a parallel ray with the lens prepared in opening.

[0075] The lighting system of this invention reflects in a front face the light irradiated behind the light source by arranging the main lens and an attachment lens before and after the light source, and arranging a plane mirror behind an attachment lens.

[0076] The lighting system of this invention makes the focus of two parabolic mirrors share, and arranges the light source in that focal location. Therefore, two lighting systems can be obtained to the one light source, and light is irradiated at a 2-way.

[0077] The lighting system of this invention irradiates the light which converged on the focus of another side in the spheroid mirror as a parallel ray with a parabolic mirror by arranging the light source to one focus of a spheroid mirror, and making the focus of another side, and the focus of a parabolic mirror share.

[0078] The lighting system of this invention arranges the light source at the core of a spherical mirror, and irradiates a parallel ray with the parabolic mirror which has a focal location in that center position.

[0079] The lighting system of this invention prepares a lens to the light outputted from the various lighting systems mentioned above, and a parallel ray is converged or it changes the converging light into a parallel ray.

[0080]

[Example]

Example 1. drawing 1 is drawing showing an example of the lighting system of this invention. The parabolic mirror with which 10 becomes the light source and 11 becomes the main reflecting mirror in drawing, the spherical mirror with which 16 becomes an auxiliary reflecting mirror, the irradiated plane from which 100 is set as the exposure object of light, such as a liquid crystal panel, and 200 are



fields perpendicular to an optical axis through the light source 10.  $a$  is the path of an irradiated plane and shows the case of  $a = 60\text{mm}$  in this example.  $L$  is the optical path length from a lighting system to an irradiated plane 100, and shows the case of  $L = 50\text{mm}$  in this example.  $F$  is the focal distance of the main reflecting mirror 11. The light source 10 is arranged in the focal location of a parabolic mirror 11. It is reflected by the parabolic mirror 11, and the light emitted from the light source 10 serves as a parallel ray, and is irradiated by the irradiated plane 100. On the other hand, the light source 10 is arranged in the center position of a spherical mirror 16. It is reflected by the spherical mirror 16 and the light irradiated from the light source 10 is again reflected in the light source 10. The light source is passed, or it passes near the light source, and is reflected by the parabolic mirror 11, and the light reflected by the spherical mirror serves as a parallel ray, and is irradiated by the irradiated plane. The opening edge of a parabolic mirror 11 exists to the field 200 perpendicular to an optical axis through the light source. On the other hand, through the light source, from the field 200 perpendicular to an optical axis, a spherical mirror 16 carries out a semi-sphere-like form, and exists. However, opening is carried out the core [ an optical axis ] so that the beam of light emitted from a parabolic mirror 11 may not be barred. The diameter of a parabolic mirror 11 is almost the same as that of the path  $a$  of an irradiated plane, and the light emitted from a parabolic mirror 11 is irradiated to an irradiated plane 100 without futility as it is. On the other hand, the spherical mirror is constituted so that the light which is not reflected by the parabolic mirror may be reflected in a parabolic mirror.

[0081] Drawing 2 is drawing showing the focal distance dependency of the efficiency for light utilization of the lighting system shown in drawing 1. The axis of abscissa of a property Fig. shown in drawing 2 is the focal distance  $F$  of the main reflecting mirror. Moreover, an axis of ordinate is the rate of the light by which incidence is carried out to an irradiated plane 100. In drawing 2,  $a$  is the path of an irradiated plane 100, as mentioned above. When the focal distance  $F$  of the main reflecting mirror is enlarged gradually, the rate of the light irradiated by the irradiated plane decreases. For example, although the percentage of light that the focal distance  $F$  of the main reflecting mirror is irradiated by the irradiated plane when smaller than  $a/4$  is about 100%, when the focal distance  $F$  of the main reflecting mirror is made into  $a/3$ , the rate of the light by which incidence is carried out to an irradiated plane falls just over or below 70%. Furthermore, when the focal distance of the main reflecting mirror is made into  $a/2$ , the rate of the light by which incidence is carried out to an irradiated plane becomes 40% order. Thus, the rate of the light by which incidence is carried out to an irradiated plane decreases by enlarging the focal distance of the main reflecting mirror.

[0082] Drawing 3 is drawing showing the angular distribution of light. Drawing 3 shows that luminous intensity changes based on the include angle from an optical axis. When a focal distance  $F$  is  $a/6$ , light will be irradiated in the range of a large include angle. On the other hand, when a focal distance  $F$  is  $a/2$ , light with a small inclination will be irradiated to an optical axis. When a focal distance  $F$  is  $a/4$ , the focal distance  $F$  shows the in-between value of  $a/2$  and  $a/6$ . While irradiating light effectively to an irradiated plane 100 from the property Fig. shown in drawing 2 and drawing 3, in order to irradiate with somewhat sufficient parallelism to an optical axis, it can be judged that it is appropriate to make the focal distance of the main reflecting mirror into  $a/4$ .

[0083] Since the die length of finite is in the light source even when the light emitted from the light source is reflected and it is going to make it a parallel ray, as mentioned above, it does not necessarily become a parallel ray but the inclination has distribution of finite. This variance is proportional to the die length (arc length) of the light source, and inversely proportional to the diameter and aspect ratio of the main reflecting mirror (the die length of the diameter / the main reflecting mirror of the main reflecting mirror). Therefore, enlarging the aspect ratio of enlarging the diameter of the main reflecting mirror and the main reflecting mirror makes a variance decrease. It leads to enlarging size of a lighting system and is not desirable to enlarge the diameter of the main reflecting mirror. Then, the lighting system by this example enlarges the aspect ratio of the main reflecting mirror or more with two by pressing down the opening edge of the main reflecting mirror 11 even to the field 200 perpendicular to an optical axis through the light source, and making the die length of the main reflecting mirror small. For example, if an aspect ratio is set to 4, since distribution will become abbreviation half, the parallelism of light to irradiate increases. Enlarging the aspect ratio of the main reflecting mirror means that much light which is not reflected by the

main reflecting mirror arises. The auxiliary reflecting mirror in this example returns and uses for the main reflecting mirror the light which is not reflected by the main reflecting mirror.

[0084] The lighting system applied to this example as mentioned above In the lighting system which parallelism is good, and is efficient and irradiates the light emitted from the light source to an optical axis at an irradiated plane The light emitted from said light source between the main reflecting mirror for irradiating said irradiated plane, and said main reflecting mirror and said irradiated plane It is characterized by the thing with the diameter of opening which does not bar mostly the light which the light directly irradiated out of said irradiated plane from said light source is returned to said main reflecting mirror, and said irradiated plane is irradiated through said main reflecting mirror, and is irradiated by said irradiated plane from said main reflecting mirror mostly established for the auxiliary ring-like reflecting mirror.

[0085] Moreover, it is characterized by for the focal distance having used for the main reflecting mirror the parabolic mirror of the path of an irradiated plane set to 4 about 1/, and having allotted the light source mostly to the focal location and using the spherical mirror of the shape of a ring of said parabolic mirror from which a center position turns into a location of said light source mostly at an auxiliary reflecting mirror.

[0086] Drawing 4 is drawing showing other configurations of the lighting system of this invention. The lighting system shown in drawing 4 uses the parabolic mirror for the main reflecting mirror. Moreover, the parabolic mirror is used as well as the auxiliary reflecting mirror. The light source is prepared in the focal location of two parabolic mirrors. It is reflected by the main reflecting mirror, and the light emitted from the light source serves as a parallel ray, and is irradiated by the irradiated plane. Moreover, the light emitted from the light source is once returned to the main reflecting mirror with an auxiliary reflecting mirror, serves as a parallel ray from the main reflecting mirror, and is irradiated by the irradiated plane. Moreover, also in the lighting system shown in drawing 4, a focal distance uses for the main reflecting mirror the parabolic mirror of the path of an irradiated plane mostly set to one fourth, and the ring-like parabolic mirror of said parabolic mirror with which the light source is mostly allotted to a focal location, and a focal location turns into a location of said light source mostly at an auxiliary reflecting mirror is used.

[0087] Drawing 5 is drawing showing other configurations of the lighting system of this invention. In drawing 5, the spherical mirror is used as an auxiliary reflecting mirror. When using a spherical mirror as an auxiliary reflecting mirror, the light reflected by the spherical mirror passes the light source or near the light source, and is returned to the main reflecting mirror. The light returned to the main reflecting mirror serves as a parallel ray with a parabolic mirror, and is irradiated by the irradiated plane. In the lighting system shown in drawing 5  $R > 5$ , a focal distance uses for the main reflecting mirror the parabolic mirror of the path of an irradiated plane mostly set to one fourth, and the ring-like spherical mirror of said parabolic mirror with which the light source is mostly allotted to a focal location, and a center position turns into a location of said light source mostly at an auxiliary reflecting mirror is used.

[0088] Drawing 6 is drawing showing the configuration of the lighting system of this invention. The lighting system shown in drawing 6 uses the spheroid mirror for the main reflecting mirror. The light source is arranged to one focus of a spheroid mirror. Moreover, the spherical mirror is used as an auxiliary reflecting mirror. The light source is arranged in the center position of a spherical mirror. It is reflected by the spheroid mirror, and the light emitted from the light source is emitted so that it may converge on another focus of a spheroid mirror. Cone-like light is irradiated by the irradiated plane by arranging an irradiated plane in the location where a beam of light converges. In this case, although it is not irradiating the parallel light source, if the cone-like light source is used, light can be efficiently irradiated to an irradiated plane with small size.

[0089] It passes near the light source or the light source, and is reflected by the spheroid mirror, and the light reflected by the spherical mirror serves as the cone-like velocity of light similarly, and is irradiated by the irradiated plane. The lighting system shown in drawing 6 uses a spheroid mirror for the main reflecting mirror, and a side [ it is far from the irradiated plane of said spheroid mirror ] allots the light source mostly to a focal location, and it uses for the auxiliary reflecting mirror the ring-like spherical mirror with which a center position turns into a location of said light source mostly.



[0090] Drawing 7 is drawing showing the configuration of the lighting system of this invention. The point that the lighting system shown in drawing 7 differs from the lighting system shown in drawing 6 arranges a spheroid mirror and a spherical mirror bordering on a field perpendicular to an optical axis through the light source. Thus, by cutting a spheroid mirror in respect of being perpendicular to an optical axis through the light source, the aspect ratio of a lighting system can become high and a variance can be reduced.

[0091] Drawing 8 is drawing showing the configuration of the lighting system of this invention. The point which serves as the description in drawing 8 is a point of having prepared two or more auxiliary reflecting mirrors. The 1st auxiliary reflecting mirror nearest to the main reflecting mirror is a parabolic mirror. The auxiliary reflecting mirror after the 2nd auxiliary reflecting mirror is a spherical mirror. It is because the light in which using the auxiliary reflecting mirror after the 2nd auxiliary reflecting mirror as a spherical mirror was reflected by the spherical mirror follows the same optical path as the optical path of the light which carried out incidence to a spherical mirror, and is reflected and it is returned to the light source. That is, it is for making it returned to the main reflecting mirror, without barring the light reflected by the spherical mirror with other auxiliary reflecting mirrors. Since the light reflected by the parabolic mirror becomes a parallel ray, it will have an optical path barred by other auxiliary reflecting mirrors when the auxiliary reflecting mirror after the 2nd auxiliary reflecting mirror is put in order as a parabolic mirror. Therefore, the auxiliary reflecting mirror after the 2nd auxiliary reflecting mirror needs to be a spherical mirror. Thus, compared with the case where only one auxiliary reflecting mirror which was mentioned above by preparing two or more auxiliary reflecting mirrors is prepared, size of a lighting system can be made small. Furthermore, light which was not able to be used is made available only with one auxiliary reflecting mirror. Therefore, preparing two or more auxiliary reflecting mirrors is contributing to two fields of the miniaturization of a lighting system, and a deployment of light.

[0092] In the lighting system which parallelism is good, and is efficient and irradiates the light to which the lighting system shown in drawing 8 as mentioned above is emitted from the light source to an optical axis at an irradiated plane The light emitted from said light source between the main reflecting mirror for irradiating said irradiated plane, and said main reflecting mirror and said irradiated plane It is characterized by the thing with the diameter of opening which does not bar the light which the light directly irradiated out of said irradiated plane from said light source is returned to said main reflecting mirror, and said irradiated plane is irradiated through said main reflecting mirror, and is irradiated by the irradiated plane from said main reflecting mirror mostly established for the auxiliary ring-like reflecting mirror.

[0093] Moreover, it is characterized by for the focal distance having used for the main reflecting mirror the parabolic mirror of the path of an irradiated plane set to 4 about 1/, and using the ring-like spherical mirror with which a center position all turns into a light source location mostly at other auxiliary reflecting mirrors at the auxiliary reflecting mirror which is in said parabolic mirror side most using the ring-like parabolic mirror with which a focal location turns into a light source location in \*\*\*\*.

[0094] Drawing 9 is drawing showing the configuration of the lighting system of this invention. The case where the 1st auxiliary reflecting mirror of the lighting system which was in the lighting system shown in drawing 9 drawing 8 , and was shown is used as a spherical mirror is shown. That is, the case where two or more auxiliary reflecting mirrors of all are spherical mirrors is shown. Light reflected by the spherical mirror is made into a parallel ray by the parabolic mirror [ near the light source or the light source ], and is irradiated by the irradiated plane. The lighting system shown in drawing 9 as mentioned above is characterized by for the focal distance having used for the main reflecting mirror the parabolic mirror of the path of an irradiated plane mostly set to one fourth, and using for two or more auxiliary reflecting mirrors the ring-like spherical mirror with which a center position all turns into a light source location mostly.

[0095] Drawing 10 is drawing showing the configuration of the lighting system of this invention. The point that the lighting system shown in drawing 10 differs from the lighting system shown in drawing 9 is a point which arranges the main reflecting mirror and the auxiliary reflecting mirror bordering on a field perpendicular to an optical axis through the light source. By cutting the opening edge of the main reflecting mirror in respect of being perpendicular to an optical axis through the

light source, as mentioned above, the aspect ratio of a main reflecting mirror becomes large, and the variance of light can be made small.

[0096] Drawing 11 is drawing showing the configuration of the lighting system of this invention. The point used as the description of the lighting system shown in drawing 11 is a point of using the spheroid mirror for the main reflecting mirror. The light source is arranged at one focus of a spheroid mirror. Moreover, an irradiated plane is arranged in the focal location of another side of a spheroid mirror, or its near. Two or more spherical mirrors are used as an auxiliary reflecting mirror, and the light source is arranged in the center position of each spherical mirror. Moreover, the diameter of opening of opening of each spherical mirror becomes small as it separates from the light source. When using a spheroid mirror, since light converges in the shape of a cone, opening is gradually made small so that opening of an auxiliary reflecting mirror may also suit the flux of light of the shape of the cone. The light which is not used can be efficiently returned to the main reflecting mirror by carrying out like this.

[0097] A spheroid mirror is used for the main reflecting mirror, a side [ it is far from the irradiated plane of said spheroid mirror ] allots the light source mostly to a focal location, and the lighting system shown in drawing 11 as mentioned above is characterized by using for two or more auxiliary reflecting mirrors the ring-like spherical mirror with which a center position all turns into a location of said light source mostly.

[0098] Drawing 12 is drawing showing the configuration of the lighting system of this invention. The point that the lighting system shown in drawing 12 differs from the lighting system shown in drawing 11 is a point which has arranged the main reflecting mirror and the auxiliary reflecting mirror bordering on a field perpendicular to an optical axis through the light source. In this way, the aspect ratio is enlarged.

[0099] Drawing 13 is drawing showing the configuration of the lighting system of this invention. The main reflecting mirror of the lighting system shown in drawing 13 is a parabolic mirror. The path of this parabolic mirror is almost equal to the path of an irradiated plane. Thus, by making equal the path of the main reflecting mirror, and the path of an irradiated plane, a direct irradiated plane can be irradiated without extracting a beam of light, and a beam of light can use without futility. Moreover, the lighting system shown in drawing 13 set, and the spherical mirror is prepared between the light source and an irradiated plane. The light source is set at the core of this spherical mirror. This spherical mirror is a spherical mirror for reflecting in a parabolic mirror the light irradiated by the direct irradiated plane from the light source. The light irradiated by the direct irradiated plane from the light source is not a parallel ray. Therefore, this spherical mirror was prepared and the light irradiated by the direct irradiated plane is removed from the light source. It is reflected by the parabolic mirror [ near the light source or the light source ], and the light reflected by the spherical mirror serves as a parallel ray, and is irradiated by the irradiated plane.

[0100] The spherical mirror of the lighting system shown in drawing 13 should just be a spherical mirror which covers the range of a line (line shown by the dotted line in drawing 13 ) to which the opening edge of the main reflecting mirror was connected from the light source. By making a spherical mirror into the configuration which covers the range of this dotted line, all the light directly irradiated without the main reflective boundary from the light source can be returned to a main reflecting mirror, and light can be used effectively.

[0101] It is characterized by to have prepared so that a center position may turn into a location of said light source mostly in the spherical mirror which returns the light emitted to said irradiated plane side without the main reflecting mirror for irradiating the light emitted from said light source in the lighting system which irradiates efficiently the light to which the lighting system shown in drawing 13 as mentioned above is emitted from the light source at an irradiated plane at said irradiated plane, and said main reflecting mirror to said main reflecting mirror, and irradiates said irradiated plane through said main reflecting mirror.

[0102] Moreover, it is characterized by for the diameter of opening having used the parabolic mirror almost equal to the path of an irradiated plane for the main reflecting mirror, and allotting the light source to the focal location of said parabolic mirror.

[0103] Drawing 14 is drawing showing the configuration of the lighting system of this invention. The point that the lighting system shown in drawing 14 differs from the lighting system shown in

drawing 13 is a point which has arranged the main reflecting mirror and the auxiliary reflecting mirror bordering on a field perpendicular to an optical axis through the light source. In the lighting system shown in drawing 14, an auxiliary reflecting mirror is a spherical mirror. This spherical mirror has a semi-sphere-like form mostly. The light currently directly irradiated with the spherical mirror of the shape of this semi-sphere by the front face of a lighting system will be returned to the main reflecting mirror. The light returned to the main reflecting mirror serves as a parallel ray, and is irradiated by the irradiated plane. While making the aspect ratio of a lighting system high by taking such a configuration, light which is used by having made the aspect ratio high and is not is made available with the spherical mirror.

[0104] Drawing 15 is drawing showing the configuration of the lighting system of this invention. The lighting system shown in drawing 15 uses the spheroid mirror for the main reflecting mirror. Moreover, the spherical mirror is used for the auxiliary reflecting mirror. The light source has been arranged to one focus of a spheroid, and the irradiated plane is arranged to the focal location of another side, or its near. The light source is arranged at the core of a spherical mirror. This spherical mirror should just cover between the lines (line shown by the dotted line in drawing 15) which connect the opening edge of the light source and a spheroid mirror. By arranging a spherical mirror in this way, all the light irradiated from the light source to the front face of a lighting system can be returned to a main reflecting mirror.

[0105] Drawing 16 is drawing showing the configuration of the lighting system of this invention. The point that the lighting system shown in drawing 16 differs from the lighting system shown in drawing 15 is a point which has arranged the main reflecting mirror and the auxiliary reflecting mirror bordering on a field perpendicular to an optical axis through the light source. The light source has been arranged to one focus and the light source is arranged at the core of a spherical mirror. While making the aspect ratio of a lighting system high by taking such a configuration, light which is used by having made the aspect ratio high and is not is made available with the spherical mirror.

[0106] Example 2. drawing 17 is drawing showing the configuration of the lighting system of this invention. The point used as the description of the lighting system shown in drawing 17 is a point which arranges the lens between the light source and an irradiated plane. This lens is for making into parallel light light which is not the parallel light currently irradiated from the light source to the irradiated plane. Moreover, it is to also make into a parallel ray light which was not irradiated by the irradiated plane, and irradiate an irradiated plane in the light currently irradiated by the front face of a lighting system from the light source. The path of a lens is set up so that the range shown by the dotted line of drawing 17 can be covered. Moreover, it is because this lens becomes the hindrance of the parallel ray with the desirable direction near the light source as much as possible which stops having changed if the path of a lens was not enlarged when a lens separated and was installed from the light source, and was reflected from the main reflecting mirror.

[0107] As mentioned above, in the lighting system which irradiates efficiently the light emitted from the light source at an irradiated plane, since the light emitted from said light source is irradiated at said irradiated plane, this example is characterized by having prepared the lens for using a parabolic mirror or a spheroid mirror and irradiating the light of said parabolic mirror which allots the light source mostly to a focal location and is emitted to an irradiated plane side without said parabolic mirror or a spheroid mirror at said irradiated plane.

[0108] Drawing 18 is drawing showing the configuration of the lighting system of this invention. The point that the lighting system shown in drawing 18 differs from the lighting system shown in drawing 17 is a point of using the spheroid mirror for the main reflecting mirror. The light source is arranged at the focus of a lens, and light irradiated by the front face of a lighting system from the light source is made into a parallel ray with a lens, and irradiates an irradiated plane. Moreover, the light irradiated in the spheroid mirror serves as the cone-like flux of light, and is irradiated by the irradiated plane.

[0109] Example 3. drawing 19 is drawing showing the configuration of the lighting system of this invention. The lighting system shown in drawing 19 arranges the light source to one focus of a spheroid mirror. Moreover, opening of the part by the side of the irradiated plane of a spheroid mirror was carried out, and the lens is arranged. The light emitted from the light source condenses to the focus of another side of a spheroid mirror. The light which condensed is emitted to a lens and

irradiated by the irradiated plane as a parallel ray with a lens. Thus, the light from the light source is irradiated by the irradiated plane without futility by carrying out opening of some spheroid mirrors. [0110] In the lighting system which irradiates efficiently the light to which the lighting system shown in drawing 19 as mentioned above is emitted from the light source at an irradiated plane A side [ it is far from the irradiated plane of said spheroid mirror ] allots the light source mostly to a focal location using a spheroid mirror. Between the focus of the side near said irradiated plane of said spheroid mirror, and said irradiated plane The diameter of opening has the effective area which becomes almost equal to the path of said irradiated plane, and is characterized by arranging a lens almost equal to the distance from the focus of a side with the focal distance near said irradiated plane of said spheroid mirror to said effective area on said effective area.

[0111] Example 4. drawing 20 is drawing showing the configuration of the lighting system of this invention. The lighting system shown in drawing 20 combines a spherical mirror and a parabolic mirror. The inside of a spherical mirror is the diffusing surface. The light source is arranged at the core of a spherical mirror, and the light emitted from the light source is diffused according to the diffusing surface. The focus of a parabolic mirror is located at the core of opening of a spherical mirror. The light which leaked from opening serves as a parallel ray with a parabolic mirror, and is irradiated by the irradiated plane.

[0112] It is characterized by arranging the parabolic mirror of the spherical mirror with which a reflector consists of the diffusing surface in the lighting system which irradiates efficiently the light to which the lighting system shown in drawing 20 as mentioned above is emitted from the light source at an irradiated plane said effective area of said spherical mirror and whose focal plane allots said light source mostly to a center position, and prepares an effective area very small to said spherical mirror, and correspond with said irradiated plane side.

[0113] Example 5. drawing 21 is drawing showing the configuration of the lighting system of this invention. The lighting system shown in drawing 21 consists of a spheroid mirror, a cone reflecting mirror, and a parabolic mirror. The light source is arranged at one focus of a spheroid mirror. Moreover, the top-most vertices of a cone reflecting mirror are the foci of another side of a spheroid mirror. Moreover, the focus of another side of a spheroid mirror is the focus of a parabolic mirror. It is reflected by the spheroid mirror etc. and the light emitted from the light source converges on the focus of another side. On the other hand, the light irradiated by the cone reflecting mirror from the light source is irradiated by the focus of a spheroid mirror, repeating reflection with a cone reflecting mirror. It is reflected by the parabolic mirror, and the light which converged on the focus of another side of a spheroid mirror serves as a parallel ray, and is irradiated by the irradiated plane.

[0114] In the lighting system which irradiates efficiently the light to which the lighting system shown in drawing 21 as mentioned above is emitted from the light source at an irradiated plane A side [ it is far from the irradiated plane of said spheroid mirror ] allots said light source mostly to a focal location using a spheroid mirror. A ring-like cone reflecting mirror is mostly prepared in said irradiated plane side from the effective area of said spheroid mirror to the focus of the side almost near the irradiated plane of said spheroid mirror, and it is characterized by arranging a parabolic mirror so that the effective area and focal plane of said cone reflecting mirror may be further in agreement with the irradiated plane side of said cone reflecting mirror.

[0115] Drawing 22 is drawing showing the example of amelioration of the lighting system shown in drawing 21 . In drawing 22 , the lens is prepared into the parabolic mirror. This lens is a lens for changing into a parallel ray the light directly irradiated from the focus of a parabolic mirror. A lens is arranged behind a spheroid mirror and he is trying to, lead the light which was not used in equipment to the interior of a spheroid mirror and a cone reflecting mirror through a lens on the other hand. As shown in drawing, the light which was made to pass a lens and was not used for the section inside-of-a-house section of a spheroid mirror and a cone reflecting mirror in equipment can be drawn by changing an optical path by a mirror etc.

[0116] Example 6. drawing 23 is drawing showing the lighting system of this invention. The lighting system shown in drawing 23 arranges the light source to the center position of a spherical mirror. Moreover, opening was prepared in some spherical mirrors and the lens is arranged. Light emitted from the light source is made into a parallel ray with a lens, and is irradiated by the irradiated plane. While arranging so that the focal location of a lens and the center position of a spherical mirror

which were established in opening of a spherical mirror may be in agreement, light which irradiates an irradiated plane can be made into a parallel ray by arranging the light source in the focal location (center position).

[0117] In the lighting system which irradiates efficiently the light to which the lighting system shown in drawing 23 as mentioned above is emitted from the light source at an irradiated plane, it is characterized by the thing of a spherical mirror for which the effective area was prepared so that said light source might be mostly allotted to a center position and the diameter of opening might become almost equal to the path of said irradiated plane from the core of said spherical mirror at said irradiated plane side, and the lens with a focal distance almost equal to the distance from the core of said spherical mirror to said effective area was arranged on said effective area.

[0118] Example 7. drawing 24 is drawing showing the configuration of the lighting system of this invention. The lighting system shown in drawing 24 is equipped with the main lens and the attachment lens. The light source is arranged in the focal location of the main lens and an attachment lens. The plane mirror is arranged behind an attachment lens. The light emitted to the main lens side from the light source serves as a parallel ray via the main lens, and is irradiated by the irradiated plane. On the other hand, the light irradiated by the attachment lens from the light source serves as a parallel ray with an attachment lens, and is irradiated by the plane mirror. A plane mirror reflects the irradiated light. The reflected light passes an attachment lens and the light source, or near the light source, and incidence is carried out to the main lens. And it considers as a parallel ray with the main lens, and an irradiated plane irradiates. The light irradiated by the backside of the light source can also be used effectively by considering as such a configuration.

[0119] The lighting system shown in drawing 24 as mentioned above arranges the light emitted from the light source in accordance with an optical axis in the lighting system which irradiates an irradiated plane efficiently in order of a plane mirror, an attachment lens, the light source, the main lens, and an irradiated plane, and a focal distance is characterized by using a lens almost equal to the distance from the light source to a lens for an attachment lens and the main lens.

[0120] Example 8. drawing 25 is drawing showing the configuration of the lighting system of this invention. The lighting system shown in drawing 25 is constituted by two parabolic mirrors. The light source is arranged in the common focal location of two parabolic mirrors. Thus, the light emitted from the light source can be effectively used by the main reflecting mirror's becoming 2 pairs and existing forward and backward. Although the light emitted behind the light source was not able to be used effectively especially conventionally, the light emitted to which before and after the light source can also be effectively used by making it a configuration as shown in drawing 25. In addition, although the case where the parabolic mirror of a pair is used is shown when shown in drawing 25, you may be the case where the spheroid mirror of a pair is used. Or one side may be a parabolic mirror and another side may be a spheroid mirror. Or you may be the case where a spherical mirror is used. Moreover, although the case where the two main reflecting mirrors are used is shown when shown in drawing 25, you may be the case where the three main reflecting mirrors or the four main reflecting mirrors are used. Moreover, although the case where two or more main reflecting mirrors exist is shown when shown in drawing 25, an auxiliary reflecting mirror which was mentioned above is prepared, or a lens is prepared, and you may make it aim at a deployment of light.

[0121] Example 9. drawing 26 is drawing showing the configuration of the lighting system of this invention. The lighting system shown in drawing 26 shows the example which combined the spheroid mirror and the parabolic mirror. The light source is arranged to one focus of a spheroid mirror. Moreover, the focus of a parabolic mirror is made in agreement with the 2nd focus of a spheroid mirror. The light emitted from the light source arranged at one focus converges on the focus of another side. Since the focus of this another side is the focus of a parabolic mirror, the light which converged on the focus of another side serves as a parallel ray from a parabolic mirror, and is emitted.

[0122] Example 10. drawing 27 is drawing showing the configuration of the lighting system of this invention. The lighting system shown in drawing 27 shows the case where a spherical mirror and a parabolic mirror are combined. The light source is put on the focal location of a parabolic mirror while it is put on the core of a spherical mirror. It is reflected by the spherical mirror, and the light



emitted to the spherical mirror from the light source passes along the light source or its near again, and is irradiated by the parabolic mirror. A parabolic mirror conducts and outputs the light to a parallel ray. Moreover, the light outputted to the front face of direct lighting equipment is changed and outputted to a parallel ray from the light source by having the lens.

[0123] Example 11. drawing 28 is drawing showing the configuration of the lighting system of this invention. The point used as the description of the lighting system shown in drawing 28 is a point of having changed the light of the shape of the cone into the parallel ray with the lens, after generating the light which converges in the shape of a cone. The case where cone-like light was being generated using a spheroid mirror was in various kinds of lighting systems mentioned above. Although the light of the shape of such a cone is irradiated at a direct irradiated plane, it may be desirable to irradiate a parallel ray. In such a case, as shown in drawing 28, a cone-like beam of light can be made into a parallel ray using a lens. When shown in drawing 28, the case where put in a convex lens between the 2nd focus of a spheroid mirror and an irradiated plane, and a parallel ray is generated is shown. When putting in a lens between the 1st focus and the 2nd focus and generating a parallel ray, it can attain by inserting a concave lens between the 1st focus and the 2nd focus.

[0124] In addition, although not illustrated, a beam of light may be converged or you may make it make it emit by inserting a lens to the parallel ray generated in various kinds of lighting systems mentioned above. it should be changed according to the demand of the system by which the lighting system is used what kind of beam of light is irradiated to an irradiated plane, and it prepares a lens between a lighting system and an irradiated plane -- the beam of light of the shape of a parallel ray to a cone -- or conversion to a parallel ray from a cone-like beam of light can be performed. Moreover, the diameter of an optical path can be changed by using a lens. Moreover, it becomes possible by inserting two or more lenses to perform more complicated conversion.

[0125]

[Effect of the Invention] As mentioned above, since it has the focal distance as which the main reflecting mirror was determined based on the path of an irradiated plane according to this invention, the light from the light source can be efficiently irradiated to an irradiated plane.

[0126] Moreover, since the focal distance of the main reflecting mirror is determined by the rate of light and the angular distribution of light which are irradiated by the irradiated plane according to this invention, a desired light can be irradiated to an irradiated plane.

[0127] Moreover, according to this invention, since the focal distance of the main reflecting mirror is about 1 of path of irradiated plane/4, according to the size of an irradiated plane, size of the main reflecting mirror can be made small.

[0128] Moreover, according to this invention, the light from the light source can be efficiently converged by using a spheroid mirror.

[0129] Moreover, according to this invention, since it has two or more auxiliary reflecting mirrors, the light from the light source can be used efficiently. Moreover, size of a lighting system can be made small by having made the auxiliary reflecting mirror into plurality.

[0130] Moreover, according to this invention, the light which is not used for an irradiated plane can be used by preparing an auxiliary reflecting mirror between the light source and an irradiated plane. Moreover, according to this invention, by passing along the light source and arranging the main reflecting mirror to a field perpendicular to an optical axis, the value of an aspect ratio becomes large and the parallelism of a beam of light increases. Moreover, even when using the main reflecting mirror with which the aspect ratio became high by having the auxiliary reflecting mirror, light can be irradiated without futility to an irradiated plane.

[0131] Moreover, according to this invention, since the parabolic mirror is used for the auxiliary reflecting mirror, light reflected by the auxiliary reflecting mirror can be made into a parallel ray.

[0132] Moreover, according to this invention, since an auxiliary reflecting mirror is a spherical mirror, the light reflected by the auxiliary reflecting mirror can be returned to the light source.

[0133] Moreover, according to this invention, since the auxiliary reflecting mirror has opening, the light irradiated by the irradiated plane from the main reflecting mirror is not barred.

[0134] Moreover, according to this invention, light which follows a different path by using one of two or more auxiliary reflecting mirrors as a parabolic mirror, and using others as a spherical mirror, and is not used is made available.

[0135] Moreover, according to this invention, since two or more auxiliary reflecting mirrors of all were used as the spherical mirror, light can be reflected in the light source, without being interfered by other auxiliary reflecting mirrors.

[0136] Moreover, since the light irradiated by the direct irradiated plane from the light source is reflected in the main reflecting mirror according to this invention, it prevents that the light which is not is irradiated with a parallel ray to an irradiated plane.

[0137] Moreover, according to this invention, since the aperture of the main reflecting mirror is equal to the path of an irradiated plane, all the light from the main reflecting mirror is irradiated by the irradiated plane, and can perform a deployment of light.

[0138] Moreover, according to this invention, all the light that cannot be used only with the main reflecting mirror can be used with an auxiliary reflecting mirror.

[0139] Moreover, according to this invention, the light directly irradiated by the irradiated plane can be changed into a parallel ray with a lens, and an exposure side can be irradiated.

[0140] Moreover, according to this invention, since the main reflecting mirror is a parabolic mirror, a parallel ray is generable.

[0141] Moreover, according to this invention, since the main reflecting mirror is a spheroid mirror, the beam of light which converges in the shape of a cone is generable.

[0142] Moreover, according to this invention, opening can be prepared in a spheroid mirror and the light emitted from this opening can be changed into a parallel ray with a lens.

[0143] Moreover, according to this invention, a lighting system can be constituted using a spherical mirror and a parabolic mirror.

[0144] Moreover, according to this invention, a lighting system can be constituted by combining a spheroid mirror, a cone reflecting mirror, and a parabolic mirror.

[0145] Moreover, according to this invention, the spherical mirror and lens which have opening can constitute a lighting system.

[0146] Moreover, according to this invention, a lighting system can be constituted using two lenses and plane mirrors.

[0147] Moreover, according to this invention, the light emitted before and after the light source using two parabolic mirrors can be used effectively.

[0148] Moreover, according to this invention, a lighting system can be constituted using a spheroid mirror and a parabolic mirror.

[0149] Moreover, according to this invention, a lighting system can be constituted using a spherical mirror and a parabolic mirror.

[0150] Moreover, according to this invention, it can change into a condensing beam of light with a lens, or the condensing beam of light generated from various lighting systems which mentioned above the parallel ray generated by various lighting systems which were mentioned above can be changed into a parallel ray with a lens.

---

[Translation done.]

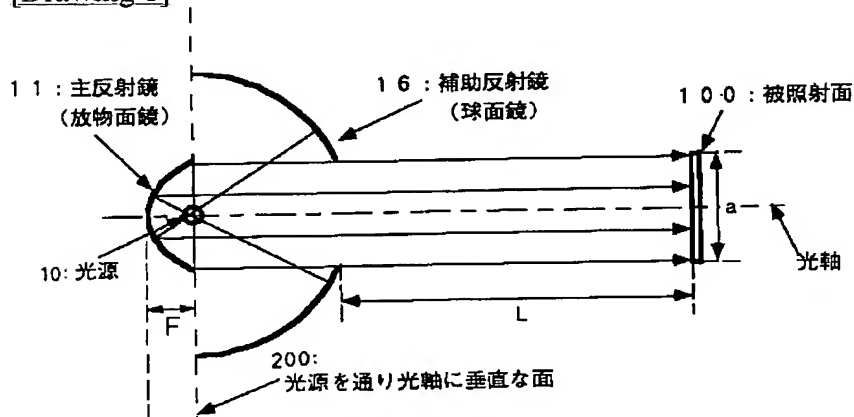
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

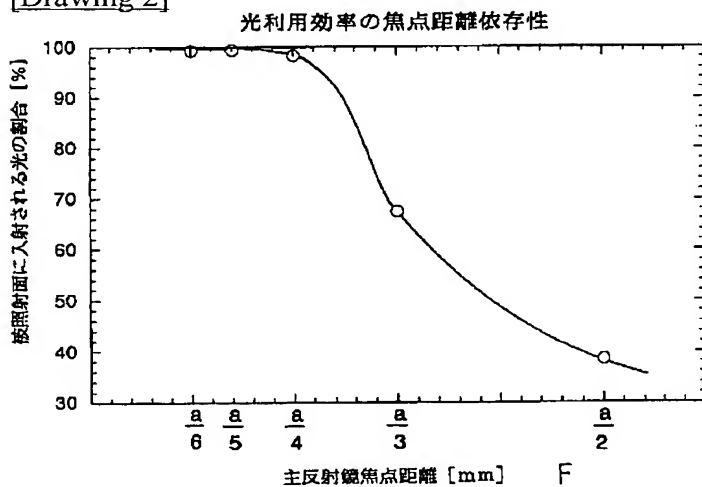
## DRAWINGS

[Drawing 1]



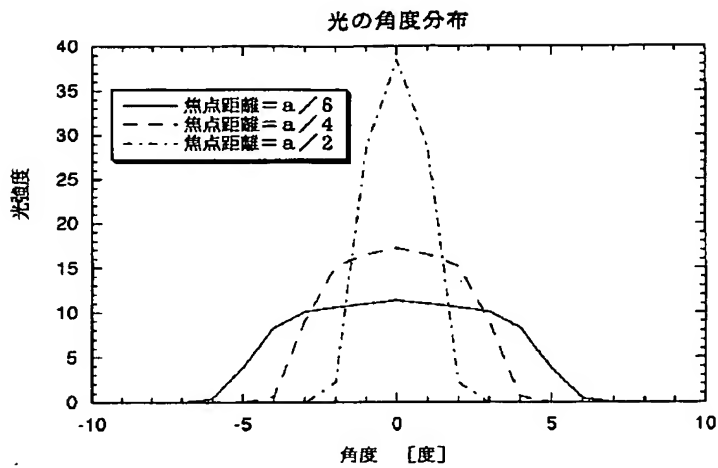
$a = 60$ ,  $L = 50$  の条件で計算した。

[Drawing 2]

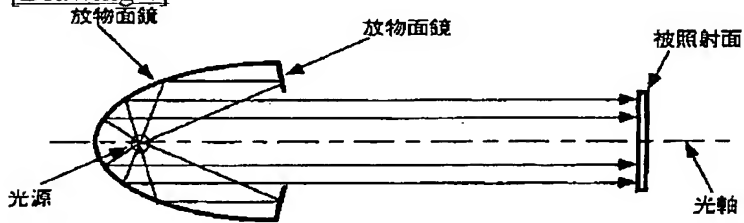


[Drawing 3]

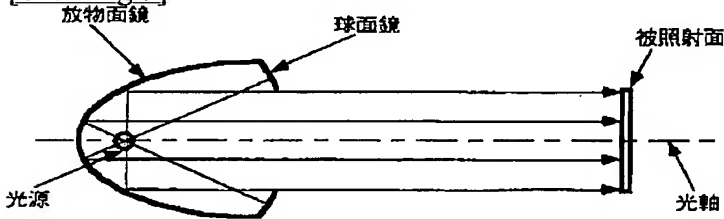




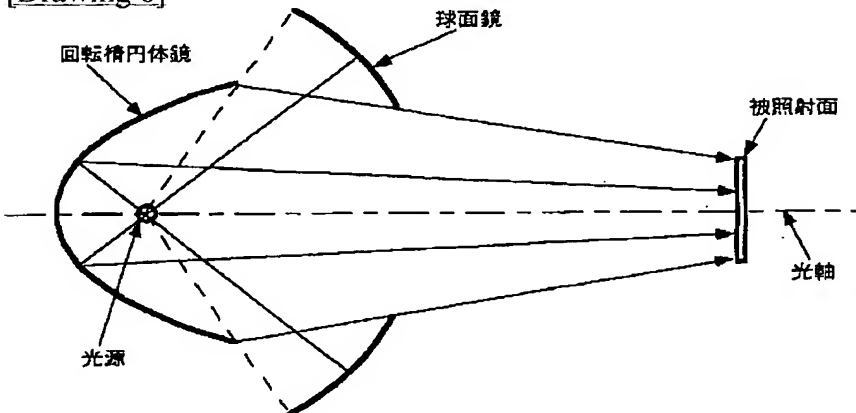
[Drawing 4]



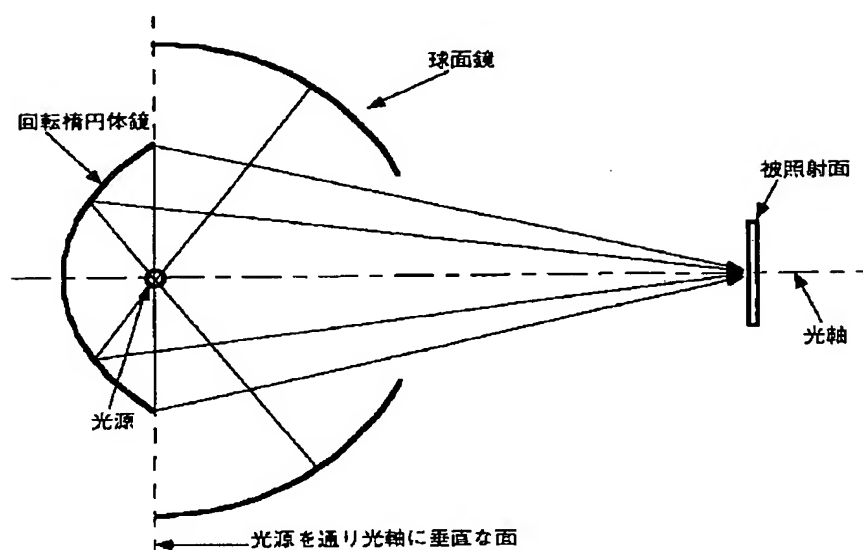
[Drawing 5]



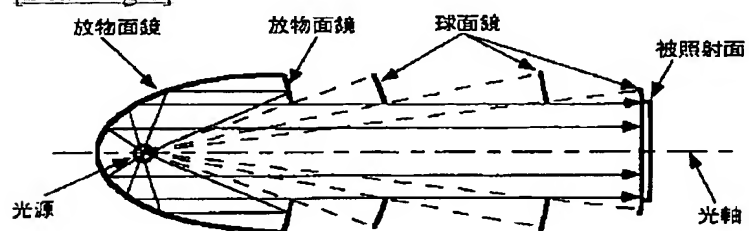
[Drawing 6]



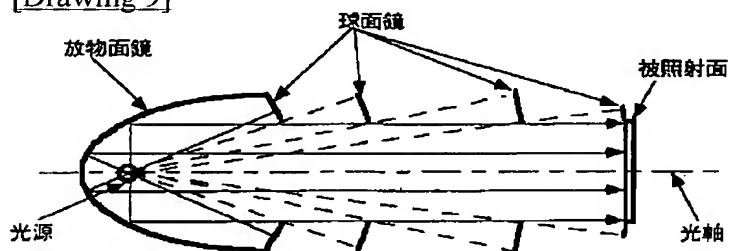
[Drawing 7]



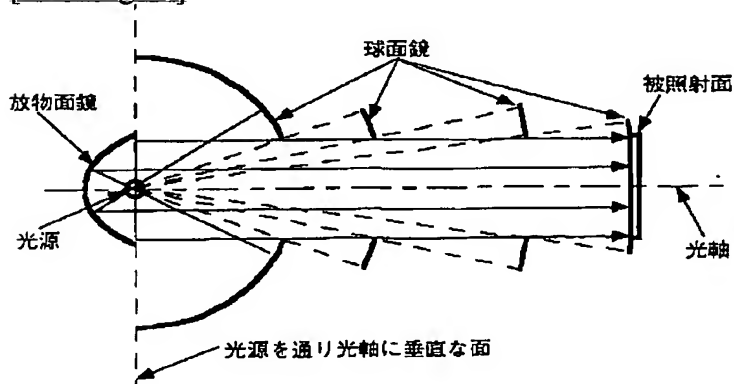
[Drawing 8]



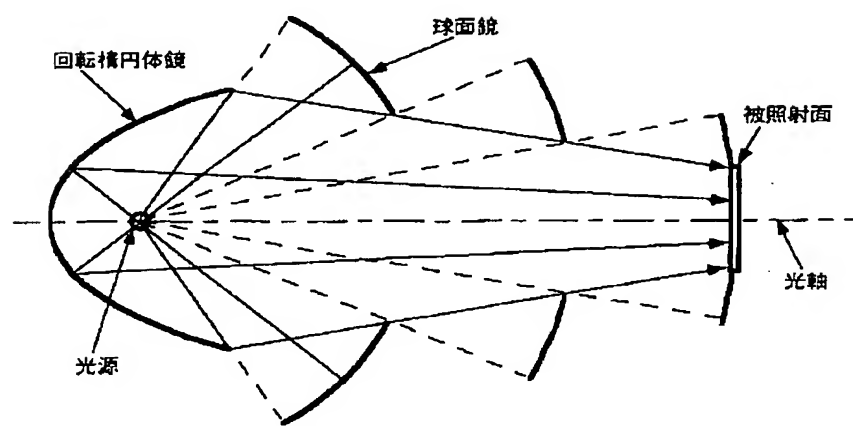
[Drawing 9]



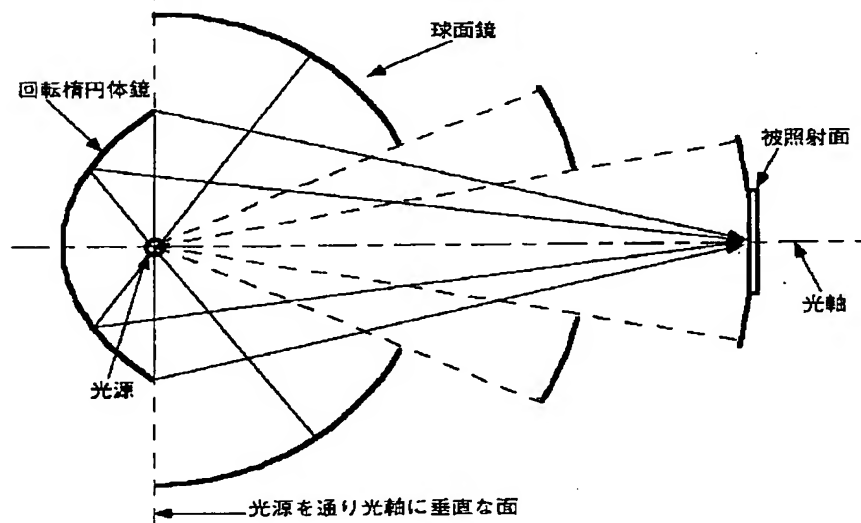
[Drawing 10]



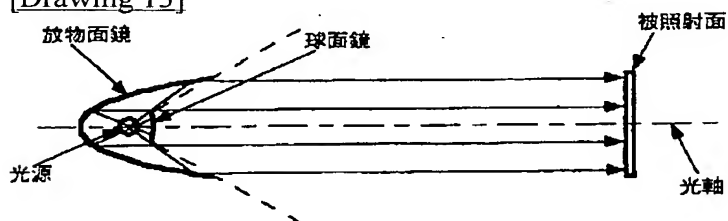
[Drawing 11]



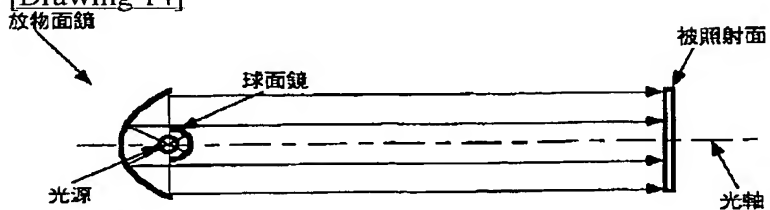
[Drawing 12]



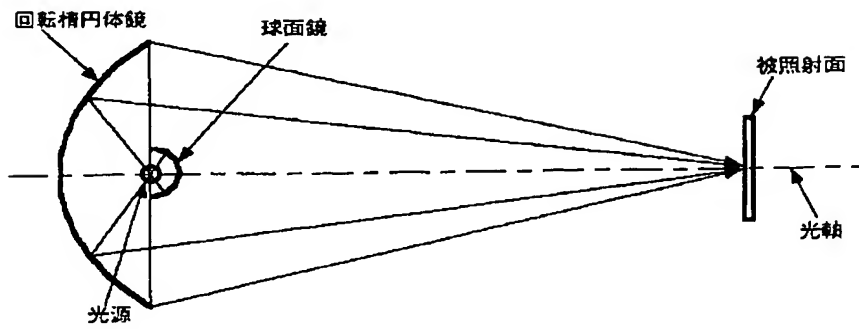
[Drawing 13]



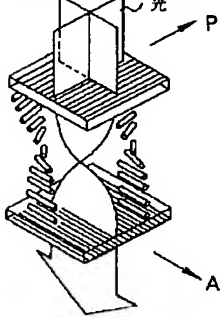
[Drawing 14]



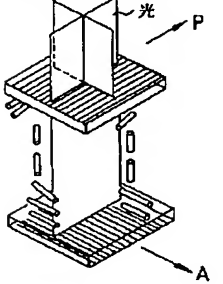
[Drawing 16]



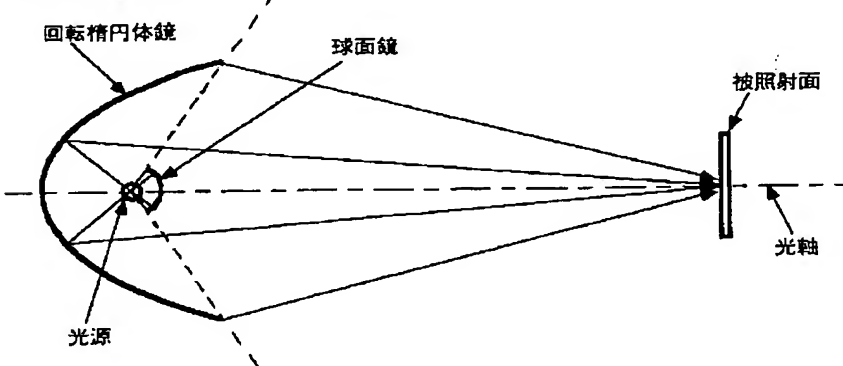
[Drawing 30]



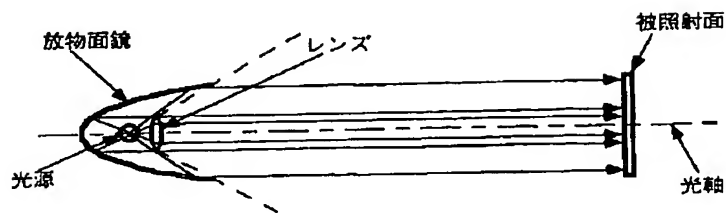
[Drawing 31]



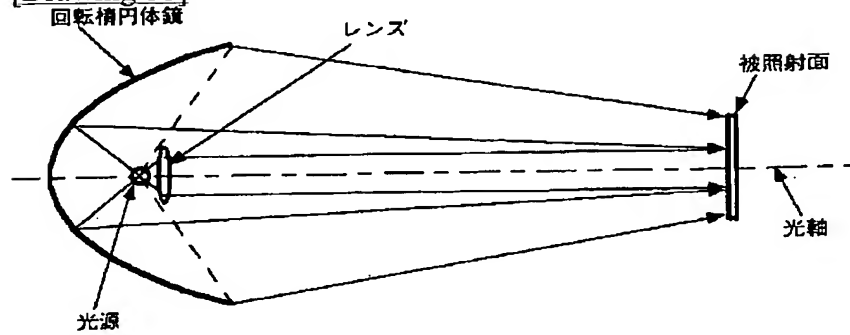
[Drawing 15]



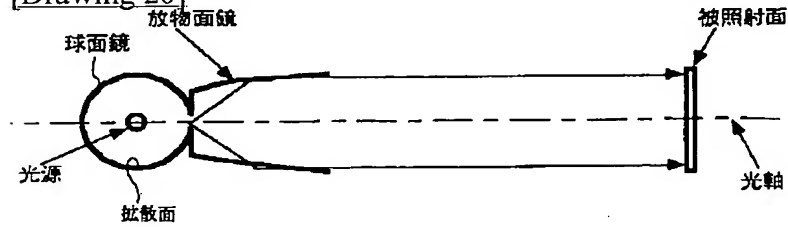
[Drawing 17]



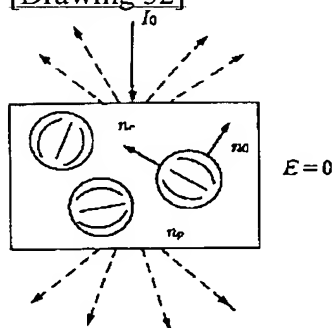
[Drawing 18]



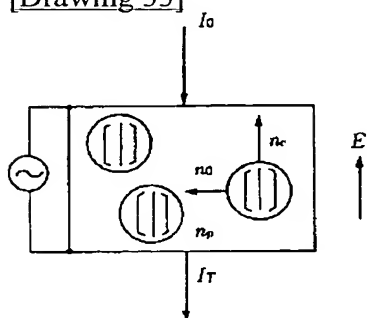
[Drawing 20]



[Drawing 32]



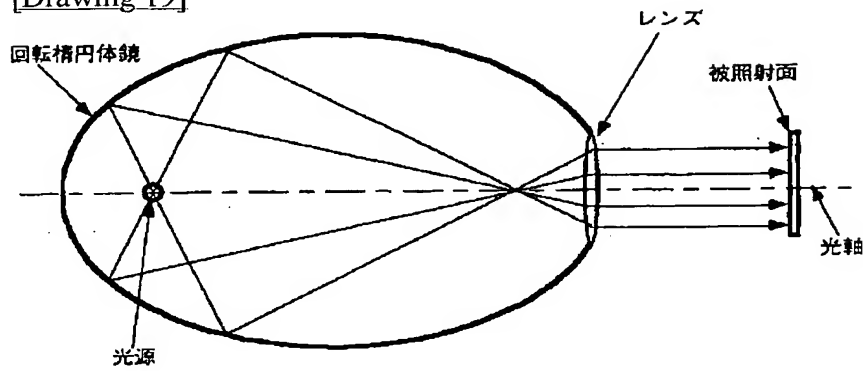
[Drawing 33]



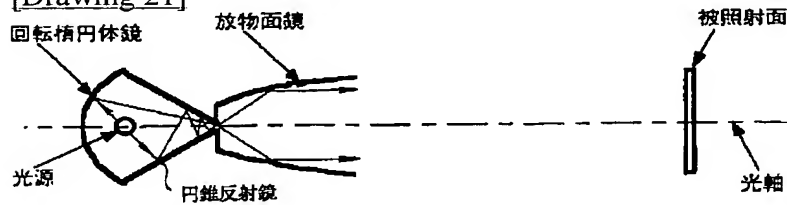
[Drawing 35]

ランプ	メタルハライド	キセノン	ハロゲン
発光効率	80 lm/W	30 lm/W	30 lm/W
色温度	7500 K	6500 K	3000 K
寿命	2000 H	500 H	100 H

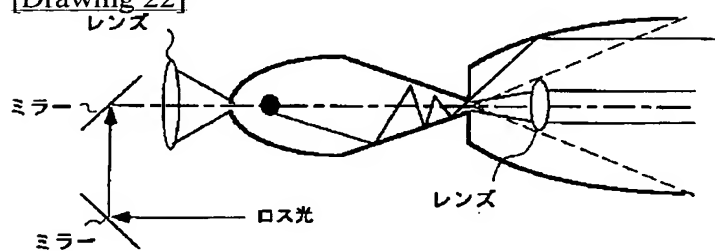
[Drawing 19]



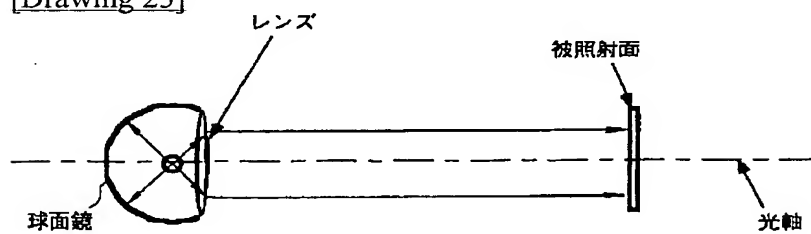
[Drawing 21]



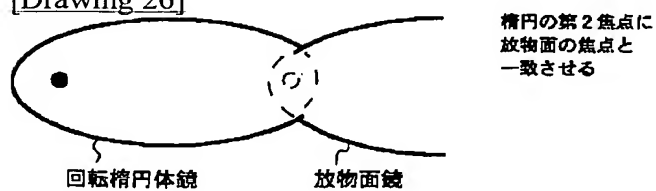
[Drawing 22]



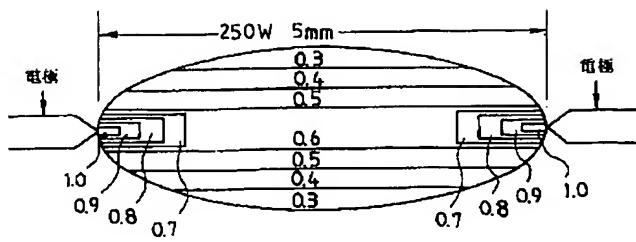
[Drawing 23]



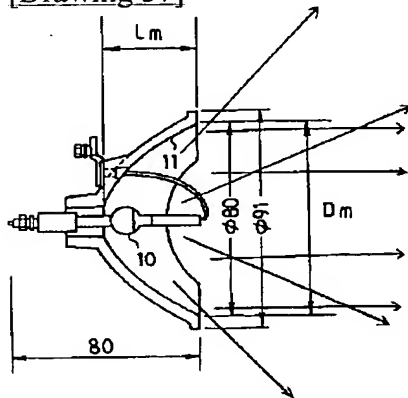
[Drawing 26]



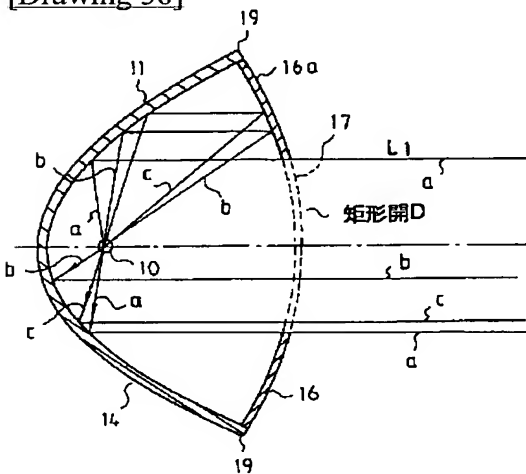
[Drawing 36]



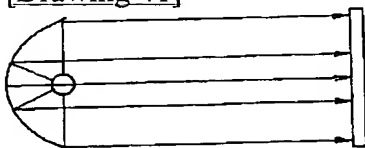
[Drawing 37]



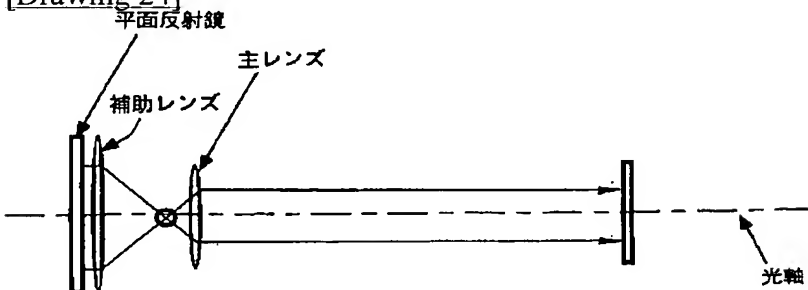
[Drawing 38]



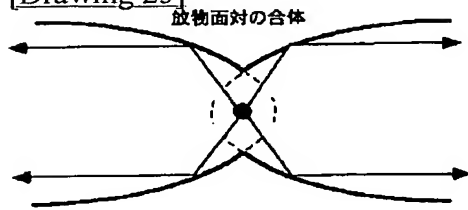
[Drawing 41]



[Drawing 24]

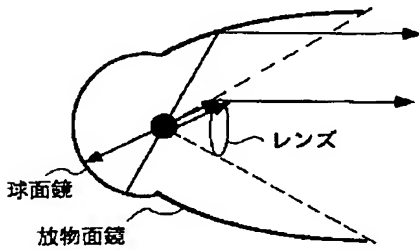


[Drawing 25]



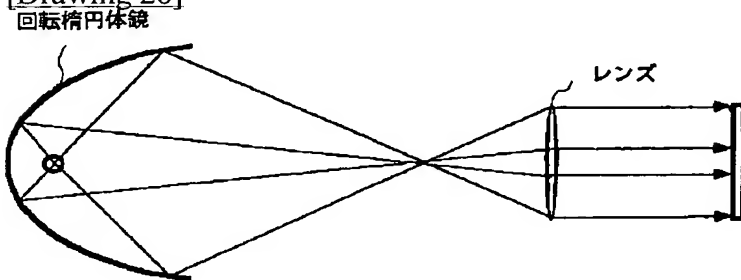
放物面の後ろ光が  
有効に使える

[Drawing 27]

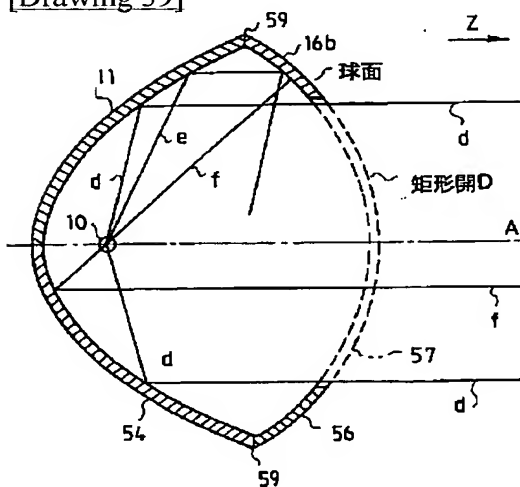


レンズに照射される後ろ、前の光  
がどちらも平行光に変換される

[Drawing 28]

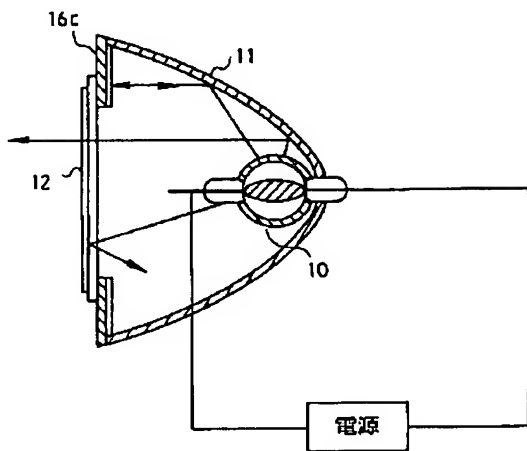


[Drawing 39]

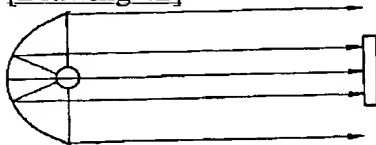


[Drawing 40]

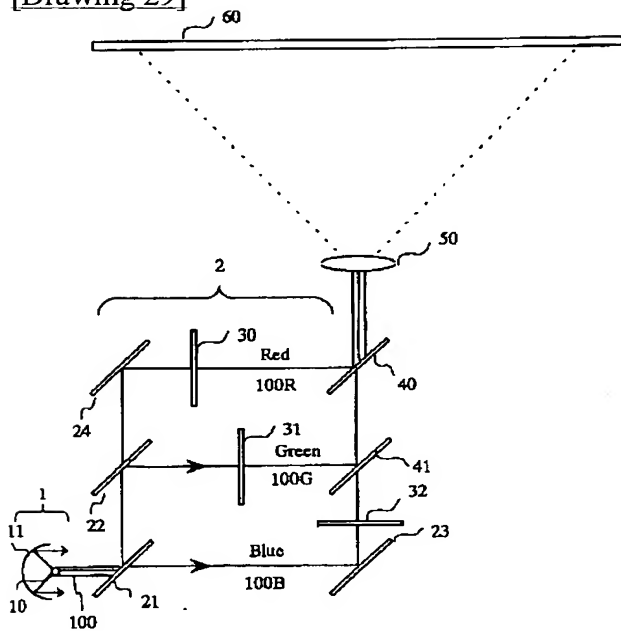




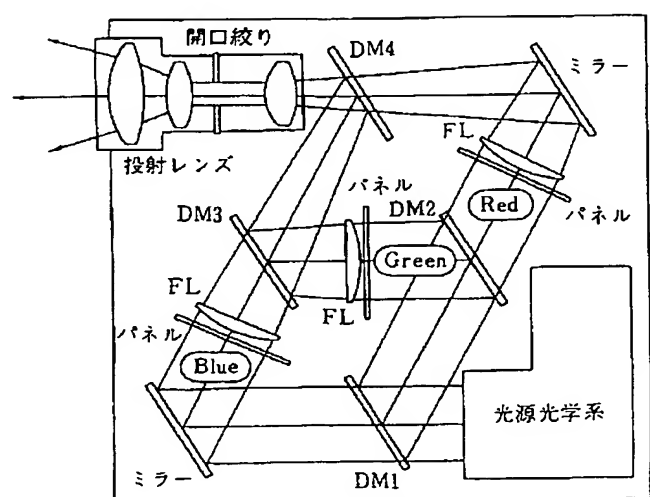
[Drawing 42]



[Drawing 29]



[Drawing 34]



DM: ダイクロイックミラー  
FL: フィールドレンズ

高分子分散型液晶 (LCPC) による投射ディスプレイ

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-262437

(43)公開日 平成8年(1996)10月11日

(51)Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/1335	5 3 0		G 0 2 F 1/1335	5 3 0
F 2 1 M 3/02			F 2 1 M 3/02	R
G 0 2 B 5/08			G 0 2 B 5/08	
G 0 2 F 1/13	5 0 5		G 0 2 F 1/13	5 0 5
G 0 3 B 21/14			G 0 3 B 21/14	A

審査請求 未請求 請求項の数27 O L (全 22 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平7-63080

(22)出願日 平成7年(1995)3月22日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 米田 俊之

尼崎市塚口本町八丁目1番1号 三菱電機

株式会社生産技術センター内

(72)発明者 宮本 照雄

尼崎市塚口本町八丁目1番1号 三菱電機

株式会社生産技術センター内

(72)発明者 名井 康人

尼崎市塚口本町八丁目1番1号 三菱電機

株式会社生産技術センター内

(74)代理人 弁理士 高田 守 (外4名)

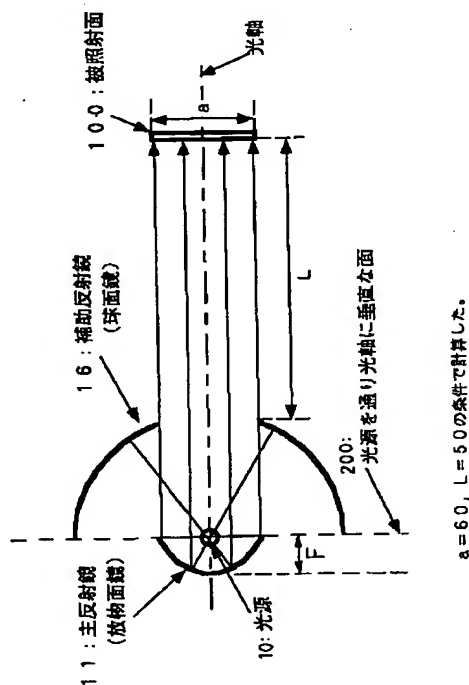
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 照明装置

(57)【要約】

【目的】 光源から放射される光を高効率で被照射面に照射する照明装置を得る。また、光源から放射される光を光軸に対し平行性よく被照射面に照射する照明装置を得る。

【構成】 光源を通り光軸に垂直な面200を境にして主反射鏡11と補助反射鏡16を配置する。主反射鏡は放物面鏡であり、補助反射鏡は球面鏡であり、放物面鏡の焦点と球面鏡の中心に光源10を配置する。被照射面100の径aの1/4を主反射鏡11の焦点距離Fとする。



a=60, L=50の条件で計算した。

**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 以下の要素を有する照明装置

(a) 光を放射する光源、(b) 被照射面の径に基づいて決定された焦点距離を有し、上記光源を略焦点位置に配置した放物面鏡であって、上記光源からの光を反射して被照射面に照射する主反射鏡、(c) 上記光源からの光の中で、被照射面に照射されない光の少なくとも一部の光を上記主反射鏡に反射させる補助反射鏡。

【請求項 2】 上記主反射鏡の焦点距離は、被照射面に照射される光の割合と、被照射面に照射される光の角度分布に基づいて決定されることを特徴とする請求項 1 記載の照明装置。

【請求項 3】 上記主反射鏡の焦点距離は、被照射面の径の略  $1/4$  であることを特徴とする請求項 2 記載の照明装置。

【請求項 4】 以下の要素を有する照明装置

(a) 光を放射する光源、(b) 上記光源を被照射面に遠い側の略焦点位置に配置した回転楕円体鏡を用いた主反射鏡、(c) 上記光源からの光の中で、被照射面に照射されない光の少なくとも一部の光を上記主反射鏡に反射させる補助反射鏡。

【請求項 5】 以下の要素を有する照明装置

(a) 光を放射する光源、(b) 上記光源からの光を被照射面に照射する主反射鏡、(c) 上記光源からの光の中で、被照射面に照射されない光の少なくとも一部の光を上記主反射鏡に反射させる複数の補助反射鏡。

【請求項 6】 上記補助反射鏡は、上記光源と被照射面の間に設けられていることを特徴とする請求項 3、4 又は 5 記載の照明装置。

【請求項 7】 上記主反射鏡を光源を通り光軸に垂直な面まで配置するとともに、上記補助反射鏡を光源を通り光軸に垂直な面から配置していることを特徴とする請求項 6 記載の照明装置。

【請求項 8】 上記補助反射鏡は、上記光源を略焦点位置に配置した放物面鏡であることを特徴とする請求項 6 記載の照明装置。

【請求項 9】 上記補助反射鏡は、上記光源を略中心位置に配置した球面鏡であることを特徴とする請求項 6 記載の照明装置。

【請求項 10】 上記補助反射鏡は、上記主反射鏡から被照射面に照射される光を妨げない開口部を持っていることを特徴とする請求項 8 又は 9 記載の照明装置。

【請求項 11】 最も光源側にある補助反射鏡をリング状放物面鏡とし、他の補助反射鏡をリング状球面鏡としたことを特徴とする請求項 5 記載の照明装置。

【請求項 12】 全ての補助反射鏡をリング状球面鏡としたことを特徴とする請求項 5 記載の照明装置。

【請求項 13】 上記補助反射鏡は、更に、上記光源からの光の中で被照射面に直接照射される光を上記主反射鏡に反射させることを特徴とする請求項 9 記載の照明装

置。

【請求項 14】 上記主反射鏡の鏡径が被照射面の径にほぼ等しいことを特徴とする請求項 13 記載の照明装置。

【請求項 15】 上記補助反射鏡は、上記主反射鏡により被照射面に照射されない光全てを主反射鏡に反射することを特徴とする請求項 13 記載の照明装置。

【請求項 16】 以下の要素を有する照明装置

(a) 光を放射する光源、(b) 上記光源からの光を反射して被照射面に照射する主反射鏡、(c) 上記光源からの光の中で少なくとも被照射面に直接照射される光を入力して被照射面に出力するレンズ。

【請求項 17】 上記主反射鏡は、上記光源を略焦点位置に配置した放物面鏡であることを特徴とする請求項 16 記載の照明装置。

【請求項 18】 上記主反射鏡は、上記光源を被照射面に遠い側の略焦点位置に配置した回転楕円体鏡であることを特徴とする請求項 16 記載の照明装置。

【請求項 19】 以下の要素を有する照明装置

(a) 光を放射する光源、(b) 上記光源を被照射面に遠い側の略焦点位置に配置し、被照射面に近い側の略焦点と被照射面との間に開口部を有した回転楕円体鏡、(c) 上記開口部に設けられ、焦点距離が上記回転楕円体鏡の被照射面に近い側の焦点位置と上記開口部との距離にほぼ等しいレンズ。

【請求項 20】 以下の要素を有する照明装置

(a) 光を放射する光源、(b) 上記光源を略中心位置に配置するとともに、反射鏡が拡散面からなるとともに、反射鏡の一部に開口部を有した球面鏡、(c) 上記球面鏡の開口部と被照射面の間に設けられ、上記開口部の略中心位置に焦点を持つ放物面鏡。

【請求項 21】 以下の要素を有する照明装置

(a) 光を放射する光源、(b) 上記光源を被照射面に遠い側の略焦点位置に配置し、被照射面側に開口端を有する回転楕円体鏡、(c) 上記回転楕円体鏡の開口端から上記回転楕円体鏡の被照射面に近い側の略焦点まで設けられ、開口部と被照射面の間に設けられた開口部を有するリング状の円錐反射鏡、(d) 上記円錐反射鏡の開口部と被照射面の間に設けられ、上記開口部の略中心位置に焦点を持つ放物面鏡。

【請求項 22】 以下の要素を有する照明装置

(a) 光を放射する光源、(b) 上記光源を略中心位置に配置するとともに、中心位置と被照射面の間に、被照射面の径と略等しい径の開口部を有した球面鏡、(c) 上記開口部に設けられ、焦点距離が上記球面鏡の中心位置と上記開口部との距離にほぼ等しいレンズ。

【請求項 23】 以下の要素を有する照明装置

(a) 光を放射する光源、(b) 上記光源と被照射面の間に設けられ、上記光源を略焦点位置に配置した主レンズ、(c) 上記光源の被照射面から遠い側に設けられ、

上記光源を略焦点位置に配置した補助レンズ、(d) 上記補助レンズからの光を反射する平面反射鏡。

【請求項 24】 以下の要素を有する照明装置

(a) 光を放射する光源、(b) 上記光源を略焦点位置に配置した第 1 と第 2 の放物面鏡。

【請求項 25】 以下の要素を有する照明装置

(a) 光を放射する光源、(b) 上記光源を被照射面に遠い側の略焦点位置に配置し、被照射面に近い側に開口部を有する回転楕円体鏡、(c) 上記開口部と被照射面の間に設けられ、上記回転楕円体鏡の被照射面に近い側の略焦点位置に焦点位置を有する放物面鏡。

【請求項 26】 以下の要素を有する照明装置

(a) 光を放射する光源、(b) 上記光源を略中心位置に配置し、被照射面側に開口部を有する球面鏡、(c) 上記開口部と被照射面の間に設けられ、上記球面鏡の略中心位置に焦点位置を有する放物面鏡。

【請求項 27】 上記照明装置は、更に、被照射面と光源の間に、レンズを設けたことを特徴とする請求項 1～26 いずれかに記載の照明装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は液晶プロジェクタ等に用いられる照明装置に関するものである。特に光源から放射された光を効率良く放射する照明装置に関するものである。また、光源から放射された光を平行光線にして照射する照明装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図 29 は、現在主流の 3 板方式の液晶プロジェクタを示したものである。図 29 は三原色の赤(R)、緑(G)、青(B)の 3 色の液晶パネルを光変調手段として用いた従来の液晶プロジェクタ装置の光学系の構成図である。図 29 において、10 は光源、11 は反射鏡、1 は光源 10 と主反射鏡 11 からなる光源系、2 は光の分光及び反射のミラー、21 は光源 10 の白色光の内、青色成分を透過し、赤色成分と緑色成分を反射する第 1 のダイクロイックミラー、22 は第 1 のダイクロイックミラー 21 を通過した赤色、緑色の光の内、緑色成分のみを反射し、かつ、緑色用液晶パネル 31 にその光を供給する第 2 のダイクロイックミラーであり、24 及び 23 は、光源 10 の白色光を前記第 1 および第 2 のダイクロイックミラーで赤色、青色に分光した各色の光を、結果として赤色及び青色用液晶パネル 30、32 に供給するための反射ミラー、40 及び 41 は、赤色、緑色、青色用の各液晶パネル 30、31、32 を通過した光を合成する第 3 及び第 4 のダイクロイックミラー、50 は第 3 のダイクロイックミラー 40 で合成された画像をスクリーン 60 に拡大投写する投写レンズ(プロジェクションレンズ)である。赤色、緑色、青色用の各液晶パネル 30、31、32 は、光源 10 からの光路長が等しくなる位置に配置されていると

もに、投写レンズ 50 までの光路長が等しくなる位置に配置されている。また、光源 10 から投写レンズ 50 までの各光路長が等しくなるように構成されている。

【0003】 現在、主流の 3 板方式の液晶プロジェクタでは、7 万ないし 30 万画素の液晶パネルをそれぞれ赤色用、緑色用、青色用に用いている。

【0004】 次に、3 板方式の液晶プロジェクタの動作について説明する。光源系 1 は、光源 10 と主反射鏡 11 (図 29 においては省略されているが前方に放射される光を主反射鏡にもどす補助反射鏡を備えていることがあるので、11 を主反射鏡という)で構成されていて、おおむね平行な白色の照射光 100 を照射する。光源 10 としては、例えば、メタルハライド光源、キャノン光源、ハロゲン光源等のいわゆる白色光源が用いられる。また、主反射鏡 11 の反射面は集光手段であって、回転放物面が基本であり、回転放物面の概略焦点位置に光源 10 の発光中心を配置することにより概略平行である照射光 100 が得られる。

【0005】 照射光 100 は、青色光を透過し、緑色光及び赤色光を反射する第 1 のダイクロイックミラー 21 及び緑色を反射し、赤色を通過する第 2 のダイクロイックミラー 22 によって赤、緑、青の 3 つの単色光 100R、100G、100B に分光される。その赤色の単色光 100R と青色の単色光 100B は、各々反射ミラー 24 及び 23 によって光路を変えられ、また、緑色の単色光 100G は、第 2 のダイクロイックミラー 22 によって光路を変えられて、各原色に対応する液晶パネル 30、32 及び 31 に入射する。

【0006】 そして、各液晶パネル 30、31、32 に入射された赤色、緑色、青色の各単色光は、映像信号の内の色信号からデコードされた各単色の映像信号、つまり R 信号、G 信号及び B 信号に対応するモノクロ画像を表示する液晶パネル 30、31、32 を通過することにより、光の強弱の制御、つまり光変調を受ける。そして、この光変調を受けた光は、各単色光を合成する合成手段の第 3、第 4 のダイクロイックミラー 40、41 により、再び一本の光束に合成される。その光束は、投写レンズ 50 に入射され、所定の拡大倍率で拡大されてスクリーン 60 上に投写される。

【0007】 次に、光変調に用いられている液晶パネルについて説明する。図 30 及び図 31 は、90 度ねじれネマティック(TN)液晶パネルの動作説明図である(参考文献:カラー液晶ディスプレイ、産業図書株式会社、小林駿介著、平成 2 年 12 月 14 日初版、p1)。図 30 は、液晶パネルの印加電圧オフ(=0)の時に、入射した光の内偏光板(又は偏光子)により配向膜のラビング方向 P に沿った偏光光のみが通過し、かつ、90 度ねじれたラビング方向 A を持つ照射側の配向膜と偏光板(又は偏光子、検光子)を通り抜けていることを示している。逆に図 31 は、液晶パネルの印加電圧オンの場

合を示し、入射した光は照射側の偏光板（もしくは偏光子又は検光子）でさえぎられる（ブロックされる）ことを示している。

【0008】TN型液晶の入射光として必要な偏光光を得るためには、偏光子が必要であるが、偏光子に最も一般的に利用されているのが偏光膜である。ところが、偏光膜は、光源からくるP波かS波のいずれかの光を吸収するので、液晶パネルによる光変調手段の画像形成に寄与する光量は50%以下で、明るい画像が得られ難いという問題があった。画質を向上させるためには、液晶パネルの限界まで光を照射することが望ましい。

【0009】ポリマー分散型液晶パネルは、このような問題のある偏光子を必要としない方式である。この方式は、ポリマーに分散したネマチック液晶の球状小滴中の液晶分子の配列を電界によって変化させ、それによる屈折率の変化を応用するものである。電界の印加されていないオフ状態では、液晶の光軸は図32のように、不規則に配向し、透過光は乱反射され不透明白色を示す。電界が印加されたオン状態では、小滴の光軸が図33のように電界方向に配列し、液晶の屈折率が均一になるので、散乱が減少してほぼ透明になる（参考文献：液晶ディスプレイのすべて、株式会社工業調査会、佐々木昭夫／苗村省平編著、1994年4月22日初版、p32）。図34のような構成にすると、投射光の平行度が高い場合には、高コントラストの変調光が得られる（参考文献：次世代液晶ディスプレイ技術、株式会社工業調査会、内田龍男編著、1994年11月1日初版、p229）。

【0010】次に、光源について述べる。投射型液晶プロジェクトタには、明るさが要求される。それを実現するためには、明るい光源が必要である。

【0011】一方、十分な明るさを光源から求めるためには、光源のサイズが大きくなってしまふ。十分な明るさを得るためには、ステファン・ボルツマンの法則とウィーンの法則により、光源のサイズを一定以下にすることはできない。また、光源の寿命や色温度も光源の大きさを一定以下にさせない要因である。また、長寿命を要求すると必然的に光源に長さが必要となる。図35は、各種の光源の特性を示したものである。色温度が適当なメタルハライド光源の場合、数千時間の長寿命を要求すれば、放電の電極長によって決まるアーク長、即ち、光源長は略5mmとなる。図36は、250W、アーク長5mmの発光輝度の空間分布を示したものである。図において、最も明るい発光輝度を1.0とし、1.0以下の数値は、1.0を基準とした重み付けを行った数値である。

【0012】図37は、従来の液晶プロジェクトタに用いられている250Wのメタルハライド光源の図である。このメタルハライド光源は、光源10及び主反射鏡11からなる。また、赤外線は主反射鏡などを加熱する。こ

の熱を処理する（冷却する）ために、主反射鏡には、ある大きさが必要であり、図に示す光源の場合は、口径は80mm（8cm）である。

【0013】また、図38、図39、図40は、従来の液晶プロジェクトタ装置に用いられる光源系の一例を示す図である。図38は主反射鏡11を放物面鏡とし、補助反射鏡16aを同じく放物面鏡としている場合を示している。主反射鏡と補助反射鏡は焦点を共有し、その焦点位置に光源10を配置している。図39の場合は、図38に示したものと同様の構成であるが、補助反射鏡16bが球面鏡の場合を示している。補助反射鏡は光源から照射器前面に放射された発散光束を主反射鏡11に反射させることができる。主反射鏡に反射された光束は平行光線となり照射器前面に放射される。これにより補助反射鏡を備えない場合に捨てられていた前側発散光束を有効利用できる。図40に示す場合は照明装置の出口に出射小窓を設け、出射小窓に垂直成分の光を透過し、斜め出射光を反射する干涉膜12を施したものである。このように、干涉膜を設けることにより出射光束の成形と平行化を行なうことができる。

【0014】従来の投写型液晶プロジェクトタにおいては、例えば、主反射鏡11とコンデンサレンズと投影レンズを中心とした伝送光学系の設計において、主反射鏡とコンデンサレンズをそれぞれ放物面鏡と長焦点レンズにして、系をテレセントリック（Telecentric）系に近づけ、光線をできる限り平行照明光とする必要があると考えられていた。

【0015】テレセントリック系においても問題がある。確かにテレセントリック系では、例えば、図37の放物面鏡の焦点に置かれた部分から出る光は平行になるが、それ以外の部分から出る光は平行ではなく傾斜を持つ。この傾斜の最大地 $d\theta$ は、光軸に置かれたアーク長 $l_s$ に比例し、主反射鏡の直径 $D_m$ 及び主反射鏡のアスペクト比 $a_s r$ に逆比例する。

【0016】テレセントリック系と言えども、アーク長 $l_s$ が有限である限り、傾斜の最大地 $d\theta$ を許容範囲に抑えるためには、主反射鏡の直径 $D_m$ をある程度大きくする必要がある。例えば、ダイクロイックミラーや偏光分離素子などの薄膜素子の許容範囲を6度とすると、主反射鏡の直径は、例えば、アーク長5mmの光源、アスペクト比が2以下の従来の主反射鏡を使う限り、7.5cm（3インチ）以下にはできないのである。なお、アスペクト比は、主反射鏡の直径 $D_m$ ／主反射鏡の長さ $L_m$ で示される値であり、従来の光源では、図37に示すように主反射鏡のフロントエンドを光源10の位置より前に出して集光効率を高める構造となっているために、2程度である。

【0017】従って、テレセントリック系においては、各光学部品が大きくなり、高価になる。特に、液晶パネルのサイズが大きくなるとTFTのコストだけではな

く、周辺部材のコストがかなり高なる可能性がある。例えば、TFTの材料としては、移動度が高い多結晶シリコン（ポリSi）が理想であるが、ポリSiは、高温処理の関係で石英ガラスを要求し、この石英ガラスのコストが他の部材よりかなり高コストになる。このような理由で、現在は、サイズの大きい液晶パネルのTFTの材料には、石英ガラスを必要としないアモルファスシリコン（ $\alpha$ -Si）が利用されている。現在、投写用として主流の液晶パネルのサイズは、例えば、3インチ（7.62cm）、あるいは、3.26インチ（8.28cm）である。

【0018】図37のテレセントリック系の光源を、3インチないし3.26インチの液晶パネルや、それと同一サイズのフィルタ系に適用した光源と液晶パネルとの関係を図41に示す。口径が8cmないし9cmの主反射鏡が、7.62cm～8.28cmのパネルに、±8度程度の角度分散で平行光を照射している。

【0019】次にサイズが1.3インチ程度とポリSiの小さい液晶パネルが使用されている投射装置が製品化されているので、この光伝送系を考えよう。この場合も利用されている薄膜素子の性能から主反射鏡の径は、3インチ程度が必要となる。従って、図42に示すように、光源からの平行光の一部しか液晶パネルに照射されないことになる。従って、スクリーン上の輝度の低下は、避けられない。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】従来の照明装置では、以下のような課題があった。第1の課題は照明装置から如何に平行光線を出射できるようにするかという課題である。前述したように液晶パネルや薄膜素子を用いた光学部品に光線を照射する場合には、傾斜をできるだけ小さくすることが望ましい。特に照明装置の前方から光源より直接放射される光は、平行光線でないため照明装置前方から直接出射される光を平行光線にして照射したいという課題があった。

【0021】第2の課題は光源から放射された光を効率良く利用するという点である。例えば、光源の大きさに比べて主反射鏡の大きさが大きいときには光源から放射された光の内、光源後方への放射光が十分利用されないという問題がある。光源後方への放射光は主反射鏡により反射されるが、光源に有限の大きさがあるため、その反射光が光源自身によりじゃまされて前方に出射されない。前述したように、十分な明るさを確保するためには光源のサイズは一定以下にすることができない。従って、明るさが要求されればされるほど光源のサイズが大きくなる。一方、前述したように液晶プロジェクタ等のサイズが小型化していく上では照明装置自身が小型化しなければならない。主反射鏡を小さくすることにより、照明装置のサイズは小さくなるが、光源と主反射鏡のサイズのバランスが崩れてしまう。光源が点光源であ

る場合には、光源から放射された光は主反射鏡により効率良く放射されるが、光源が点光源でない場合、即ちサイズが大きくなればなるほど、光源から放射された光のうち、光源後方に放射された光は光源前方には出射されず無駄になってしまう。

【0022】第3の課題は、液晶プロジェクタに用いる照明装置のサイズに比べて、液晶パネルやダイクロイックミラーが小型化したことにより生ずる構造上の問題点である。液晶パネルが3インチから1インチ以下のサイズになってくると従い、反射鏡やダイクロイックミラーも小さくなり、装置全体がコンパクトになっている。一方、照明装置は、十分な明るさを出すためには、ある程度以下のサイズにすることができない。このように、液晶プロジェクタに大きなサイズを持った照明装置を配置しなければならないという課題が生ずる。今後も液晶パネルのサイズは、小型化していくことが考えられるため、照明装置のサイズも小さくしたい。照射器のサイズと液晶パネルのサイズに大きな差がある場合には、光が有効利用されない。有効利用するためには、照射される光の光径を絞る必要があり、照射器と液晶パネルの間に所定の光路長を保つ必要がでてくる。このように、部品を効率よく配置するとともに、装置全体をコンパクトにするために照明装置の小型化が望まれる。

【0023】第4の課題は、ポリSiの液晶パネルに関するものである。ポリSiの液晶パネルでは、高価な石英ガラスが使われているので、面積を小さくする必要があるが、 $\alpha$ -Siのものに比較すると、同一面積ではるかに開口率が高く取れるので、液晶パネルのサイズをはるかに小さくできる。従って、特に、ポリSiの液晶パネルには、小さい面積に有効に光線を照射する照明装置の開発が切望される。

【0024】第5の課題として、従来の光源系に用いる主反射鏡のアスペクト比が小さいために、同一径同一光源長でも、主反射鏡から放射される光の傾きの分散が大きくなってしまっていることがあげられる。小さいアスペクト比が採用されているのは、アスペクト比が小さいほど、主反射鏡の集光効率上がるからである。

【0025】この発明は以上のような課題を解消するためになされたものであり、液晶パネル等の被照射面に対して効率良く光を照射する照明装置を得ることを目的とする。また、この発明は光源から放射された光をできるだけ平行性を良くして被照射面に照射する照明装置を得ることを目的とする。また、この発明は、小型化された照明装置を得ることを目的とする。

【0026】

【課題を解決するための手段】この発明の照明装置は、以下の要素を有することを特徴とする。

（a）光を放射する光源、（b）被照射面の径に基づいて決定された焦点距離を有し、上記光源を略焦点位置に配置した放物面鏡であって、上記光源からの光を反射し

て被照射面に照射する主反射鏡、(c) 上記光源からの光の中で、被照射面に照射されない光の少なくとも一部の光を上記主反射鏡に反射させる補助反射鏡。

【0027】上記主反射鏡の焦点距離は、被照射面に照射される光の割合と、被照射面に照射される光の角度分布とに基づいて決定されることを特徴とする。

【0028】上記主反射鏡の焦点距離は、被照射面の径の略  $1/4$  であることを特徴とする。

【0029】この発明の照明装置は、以下の要素を有することを特徴とする。

(a) 光を放射する光源、(b) 上記光源を被照射面に遠い側の略焦点位置に配置した回転楕円体鏡を用いた主反射鏡、(c) 上記光源からの光の中で、被照射面に照射されない光の少なくとも一部の光を上記主反射鏡に反射させる補助反射鏡。

【0030】この発明の照明装置は、以下の要素を有することを特徴とする。

(a) 光を放射する光源、(b) 上記光源からの光を被照射面に照射する主反射鏡、(c) 上記光源からの光の中で、被照射面に照射されない光の少なくとも一部の光を上記主反射鏡に反射させる複数の補助反射鏡。

【0031】上記補助反射鏡は、上記光源と被照射面の間に設けられていることを特徴とする。

【0032】上記主反射鏡を光源を通り光軸に垂直な面まで配置するとともに、上記補助反射鏡を光源を通り光軸に垂直な面から配置していることを特徴とする。

【0033】上記補助反射鏡は、上記光源を略焦点位置に配置した放物面鏡であることを特徴とする。

【0034】上記補助反射鏡は、上記光源を略中心位置に配置した球面鏡であることを特徴とする。

【0035】上記補助反射鏡は、上記主反射鏡から被照射面に照射される光を妨げない開口部を持っていることを特徴とする。

【0036】最も光源側にある補助反射鏡をリング状放物面鏡とし、他の補助反射鏡をリング状球面鏡としたことを特徴とする。

【0037】全ての補助反射鏡をリング状球面鏡としたことを特徴とする。

【0038】上記補助反射鏡は、更に、上記光源からの光の中で被照射面に直接照射される光を上記主反射鏡に反射させることを特徴とする。

【0039】上記主反射鏡の鏡径が被照射面の径にほぼ等しいことを特徴とする。

【0040】上記補助反射鏡は、上記主反射鏡により被照射面に照射されない光全てを主反射鏡に反射することを特徴とする。

【0041】この発明の照明装置は、以下の要素を有することを特徴とする。

(a) 光を放射する光源、(b) 上記光源からの光を反射して被照射面に照射する主反射鏡、(c) 上記光源か

らの光の中で少なくとも被照射面に直接照射される光を入力して被照射面に出力するレンズ。

【0042】上記主反射鏡は、上記光源を略焦点位置に配置した放物面鏡であることを特徴とする。

【0043】上記主反射鏡は、上記光源を被照射面に遠い側の略焦点位置に配置した回転楕円体鏡であることを特徴とする。

【0044】この発明の照明装置は、以下の要素を有することを特徴とする。

(a) 光を放射する光源、(b) 上記光源を被照射面に遠い側の略焦点位置に配置し、被照射面に近い側の略焦点と被照射面との間に開口部を有した回転楕円体鏡、

(c) 上記開口部に設けられ、焦点距離が上記回転楕円体鏡の被照射面に近い側の焦点位置と上記開口部との距離にほぼ等しいレンズ。

【0045】この発明の照明装置は、以下の要素を有することを特徴とする。

(a) 光を放射する光源、(b) 上記光源を略中心位置に配置するとともに、反射鏡が拡散面からなるとともに、反射鏡の一部に開口部を有した球面鏡、(c) 上記球面鏡の開口部と被照射面の間に設けられ、上記開口部の略中心位置に焦点を持つ放物面鏡。

【0046】この発明の照明装置は、以下の要素を有することを特徴とする。

(a) 光を放射する光源、(b) 上記光源を被照射面に遠い側の略焦点位置に配置し、被照射面側に開口端を有する回転楕円体鏡、(c) 上記回転楕円体鏡の開口端から上記回転楕円体鏡の被照射面に近い側の略焦点まで設けられ、開口部と被照射面の間に設けられた開口部を有するリング状の円錐反射鏡、(d) 上記円錐反射鏡の開口部と被照射面の間に設けられ、上記開口部の略中心位置に焦点を持つ放物面鏡。

【0047】この発明の照明装置は、以下の要素を有することを特徴とする。

(a) 光を放射する光源、(b) 上記光源を略中心位置に配置するとともに、中心位置と被照射面の間に、被照射面の径と略等しい径の開口部を有した球面鏡、(c) 上記開口部に設けられ、焦点距離が上記球面鏡の中心位置と上記開口部との距離にほぼ等しいレンズ。

【0048】この発明の照明装置は、以下の要素を有することを特徴とする。

(a) 光を放射する光源、(b) 上記光源と被照射面の間に設けられ、上記光源を略焦点位置に配置した主レンズ、(c) 上記光源の被照射面から遠い側に設けられ、上記光源を略焦点位置に配置した補助レンズ、(d) 上記補助レンズからの光を反射する平面反射鏡。

【0049】この発明の照明装置は、以下の要素を有することを特徴とする。

(a) 光を放射する光源、(b) 上記光源を略焦点位置に配置した第1と第2の放物面鏡。



【0050】この発明の照明装置は、以下の要素を有することを特徴とする。

(a) 光を放射する光源、(b) 上記光源を被照射面に遠い側の略焦点位置に配置し、被照射面に近い側に開口部を有する回転楕円体鏡、(c) 上記開口部と被照射面の間に設けられ、上記回転楕円体鏡の被照射面に近い側の略焦点位置に焦点位置を有する放物面鏡。

【0051】この発明の照明装置は、以下の要素を有することを特徴とする。

(a) 光を放射する光源、(b) 上記光源を略中心位置に配置し、被照射面側に開口部を有する球面鏡、(c) 上記開口部と被照射面の間に設けられ、上記球面鏡の略中心位置に焦点位置を有する放物面鏡。

【0052】上記照明装置は、更に、被照射面と光源の間に、レンズを設けたことを特徴とする。

【0053】

【作用】この発明の照明装置は主反射鏡が被照射面の径に基づいて決定された焦点距離を有していることにより、光源からの光を効率良く被照射面に照射する。

【0054】主反射鏡の焦点距離は被照射面に照射される光の割合と光の角度分布により決定されるので、被照射面に対して無駄なく、かつ光軸に対し平行性よく光を照射する。

【0055】主反射鏡の焦点距離は被照射面の径の約  $1/4$  であり、被照射面の径の約  $1/4$  の焦点距離をもつことにより、被照射面に入射する光の割合と光の強度が適切な状態に保たれる。

【0056】この発明の照明装置は主反射鏡に回転楕円体鏡を用いており、一方の焦点位置に光源を配置することにより、他方の焦点に光を集束させる。

【0057】この発明の照明装置は補助反射鏡を複数備えることにより、光源からの光を効率良く利用する。

【0058】この発明の補助反射鏡は光源と被照射面の間に設けられており、光源と被照射面の間で利用されない光を利用可能にする。

【0059】この発明の主反射鏡は主反射鏡の出口を光源の位置までとしているため、アスペクト比の値が大きくなり、光軸に対する光の傾きを小さくする。一方、補助反射鏡はアスペクト比が高くなったことにより利用されない光が増加するという欠点を補うために設けられる。

【0060】補助反射鏡は光源を焦点位置に配置した放物面鏡であるので、光源から放射された光を光軸と平行に反射させ、もともと利用されない光を利用可能にする。

【0061】補助反射鏡は光源を中心位置に配置した球面鏡であるので、光源から放射された光を再び光源に反射し、もともと利用されなかった光を利用可能にする。

【0062】補助反射鏡は開口部を有し照明装置から放射される光を妨げることがない。

【0063】補助反射鏡が複数ある場合、補助反射鏡の種類を変えることにより利用されない光を異なる方向に反射して利用可能とする。

【0064】補助反射鏡が複数ある場合、全ての補助反射鏡を球面鏡とすることにより利用されない光を光源に反射させ利用可能とする。

【0065】補助反射鏡は光源から被照射面に直接照射される光を主反射鏡に反射するので、光源から被照射面に平行光線でない光が照射されることを防止すると共に、光源から被照射面に直接照射されていた光を平行光線にして、被照射面に照射する。

【0066】主反射鏡の鏡径が被照射面の径に等しい場合は、光路径と被照射面の径が等しくなり光が無駄なく利用できる。

【0067】補助反射鏡は主反射鏡により被照射面に照射されない光を全て主反射鏡に反射するので光源からの光が全て利用可能になる。

【0068】この発明の照明装置は、光源から直接被照射面に照射される光をレンズに入力してから被照射面に出力するので被照射面に直接照射される光がレンズにより平行光線になる。

【0069】主反射鏡は光源を焦点位置に配置した放物面鏡であるので、主反射鏡により反射された光は平行光線となる。

【0070】主反射鏡は一方の焦点位置に光源を配置した回転楕円体鏡であるので、光源からの光は他方の焦点位置に集束する。

【0071】この発明の照明装置は回転楕円体鏡の一方の焦点に光源を配置し、他方の焦点に反射光を集束させる。他方の焦点に集束した光はレンズにより平行光線となり開口部から被照射面に照射される。

【0072】この発明の照明装置は球面鏡の中心に光源を配置するとともに、球面鏡の開口部に焦点を持つ放物面鏡を配置することにより、球面鏡内で乱反射し、開口部から射出した光を放物面鏡により平行光として照射する。

【0073】この発明の照明装置は回転楕円体鏡の一方の焦点に光源を配置し、円錐反射鏡と回転楕円体鏡により他方の焦点に光を集束させる。集束した光は放物面鏡により平行光線として照射される。

【0074】この発明の照明装置は球面鏡の中心位置に光源を配置し、開口部に設けたレンズにより平行光線を放射する。

【0075】この発明の照明装置は光源の前後に主レンズと補助レンズを配置し、補助レンズの背後に平面反射鏡を配置することにより光源の後ろに照射される光を前面に反射する。

【0076】この発明の照明装置は二つの放物面鏡の焦点を共有させて、その焦点位置に光源を配置する。従って、一つの光源に対して二つの照明装置を得ることがで

き、2方向に光を照射する。

【0077】この発明の照明装置は回転楕円体鏡の一方の焦点に光源を配置し、他方の焦点と放物面鏡の焦点を共有させることにより、回転楕円体鏡により他方の焦点に集束した光を放物面鏡により平行光線として照射する。

【0078】この発明の照明装置は球面鏡の中心に光源を配置し、その中心位置に焦点位置を有する放物面鏡により平行光線を照射する。

【0079】この発明の照明装置は、前述した各種照明装置から出力された光に対してレンズを設け、平行光線を集束させたり、或いは集束する光を平行光線に変更したりする。

【0080】

【実施例】

実施例 1. 図 1 はこの発明の照明装置の一例を示す図である。図において 10 は光源、11 は主反射鏡となる放物面鏡、16 は補助反射鏡となる球面鏡、100 は液晶パネル等の光の照射対象となる被照射面、200 は光源 10 を通り光軸に垂直な面である。 $a$  は被照射面の径であり、この例では  $a = 60\text{mm}$  の場合を示している。 $L$  は照明装置から被照射面 100 までの光路長であり、この例では  $L = 50\text{mm}$  の場合を示している。 $F$  は主反射鏡 11 の焦点距離である。光源 10 は放物面鏡 11 の焦点位置に配置されている。光源 10 から放射された光は放物面鏡 11 により反射され、平行光線となり被照射面 100 に照射される。一方、光源 10 は球面鏡 16 の中心位置に配置されている。光源 10 から照射された光は球面鏡 16 により反射され再び光源 10 に反射される。球面鏡により反射された光は光源を通過し、あるいは光源近傍を通過し、放物面鏡 11 により反射され平行光線となり被照射面に照射される。放物面鏡 11 の開口端は光源を通り光軸に垂直な面 200 まで存在している。一方、球面鏡 16 は光源を通り光軸に垂直な面 200 から半球状の形をして存在している。但し放物面鏡 11 から放射される光線を妨げないように光軸を中心として開口されている。放物面鏡 11 の直径は被照射面の径  $a$  とほぼ同一であり、放物面鏡 11 から放射される光はそのまま無駄なく被照射面 100 に対して照射される。一方、球面鏡は放物面鏡によって反射されない光を放物面鏡に反射するように構成されている。

【0081】図 2 は図 1 に示した照明装置の光利用効率の焦点距離依存性を示す図である。図 2 に示す特性図の横軸は主反射鏡の焦点距離  $F$  である。また縦軸は被照射面 100 に入射される光の割合である。図 2 において  $a$  は前述したように被照射面 100 の径である。主反射鏡の焦点距離  $F$  を次第に大きくしていった場合には、被照射面に照射される光の割合は減少する。例えば、主反射鏡の焦点距離  $F$  が  $a/4$  より小さい場合には被照射面に照射される光の割合はほぼ 100% であるが、主反射鏡

の焦点距離  $F$  を  $a/3$  とした場合は被照射面に入射される光の割合は 70% 前後におちてくる。さらに、主反射鏡の焦点距離を  $a/2$  とした場合には被照射面に入射される光の割合は 40% 前後となる。このように主反射鏡の焦点距離を大きくすることにより被照射面に入射される光の割合は減少する。

【0082】図 3 は光の角度分布を示す図である。図 3 は光軸からの角度に基づいて光の強度が変化することを示している。焦点距離  $F$  が  $a/6$  である場合は広い角度の範囲において光が照射されることになる。一方、焦点距離  $F$  が  $a/2$  の場合には光軸に対し傾きの小さい光が照射されることになる。焦点距離  $F$  が  $a/4$  の場合には、焦点距離  $F$  が  $a/2$  と  $a/6$  の中間的な値を示している。図 2 及び図 3 に示す特性図から被照射面 100 に対して光を有効に照射するとともに、光軸に対しある程度平行性よく照射するためには主反射鏡の焦点距離を  $a/4$  にするのは適当であると判断することができる。

【0083】前述したように光源から放射される光を反射して平行光線にしようとする場合でも光源に有限の長さがあるので、必ずしも平行光線にならず、その傾きには有限の分散がある。この分散値は光源の長さ（アーク長）に比例し主反射鏡の直径とそのアスペクト比（主反射鏡の直径／主反射鏡の長さ）に逆比例する。従って、主反射鏡の直径を大きくすること及び主反射鏡のアスペクト比を大きくすることは分散値を減少させることになる。主反射鏡の直径を大きくすることは照明装置のサイズを大きくする事につながり望ましくない。そこで、この実施例による照明装置は主反射鏡 11 の開口端を光源を通り光軸に垂直な面 200 までにおさえ、主反射鏡の長さを小さくすることにより、主反射鏡のアスペクト比を 2 以上と大きくしている。例えばアスペクト比を 4 とすると、分散が約半分になるので、照射する光の平行性が高まる。主反射鏡のアスペクト比を大きくすることとは、主反射鏡により反射されない多くの光が生ずることを意味する。この実施例における補助反射鏡は主反射鏡により反射されない光を主反射鏡に戻し、利用するものである。

【0084】以上のようにこの実施例にかかる照明装置は、光源から放射される光を光軸に対し平行性良く、かつ高効率で被照射面に照射する照明装置において、前記光源から放射される光を前記被照射面に照射するための主反射鏡と、前記主反射鏡と前記被照射面との間に、前記光源から前記被照射面外に直接照射される光を前記主反射鏡に戻し、前記主反射鏡を介して前記被照射面に照射し、前記主反射鏡から前記被照射面に照射される光をほぼ妨げない開口径を持つほぼリング状の補助反射鏡を設けていることを特徴とする。

【0085】また、主反射鏡に焦点距離が被照射面の径のほぼ  $1/4$  となる放物面鏡を用い、前記放物面鏡のほぼ焦点位置に光源を配し、補助反射鏡に中心位置がほぼ

前記光源の位置となるリング状の球面鏡を用いたことを特徴とする。

【0086】図4はこの発明の照明装置の他の構成を示す図である。図4に示す照明装置は主反射鏡に放物面鏡を用いている。また補助反射鏡に同じく放物面鏡を用いている。2つの放物面鏡の焦点位置に光源を設けている。光源から放射された光は主反射鏡により反射され平行光線となり被照射面に照射される。また、光源から放射された光は補助反射鏡により一旦主反射鏡に戻され主反射鏡から平行光線となり、被照射面に照射される。また図4に示す照明装置においても主反射鏡に焦点距離が被照射面の径のほぼ $1/4$ となる放物面鏡を用い、前記放物面鏡のほぼ焦点位置に光源を配し、補助反射鏡に焦点位置がほぼ前記光源の位置となるリング状の放物面鏡を用いている。

【0087】図5はこの発明の照明装置の他の構成を示す図である。図5においては補助反射鏡として球面鏡を用いている。補助反射鏡として球面鏡を用いる場合は、球面鏡により反射された光が光源または光源近傍を通過して主反射鏡に戻される。主反射鏡に戻された光は放物面鏡により平行光線となり、被照射面に照射される。図5に示す照明装置においては主反射鏡に焦点距離が被照射面の径のほぼ $1/4$ となる放物面鏡を用い、前記放物面鏡のほぼ焦点位置に光源を配し、補助反射鏡に中心位置がほぼ前記光源の位置となるリング状の球面鏡を用いている。

【0088】図6はこの発明の照明装置の構成を示す図である。図6に示す照明装置は主反射鏡に回転楕円体鏡を用いている。光源は回転楕円体鏡の一方の焦点に配置している。また補助反射鏡として球面鏡を用いている。光源は球面鏡の中心位置に配置されている。光源から放射された光は回転楕円体鏡により反射され、回転楕円体鏡のもう一方の焦点に集束するように放射される。光線が集束する位置に被照射面を配置することによりコーン状の光が被照射面に照射される。この場合、平行光源を照射することにはならないが、コーン状の光源を用いればサイズの小さい被照射面に対して効率よく光を照射できる。

【0089】球面鏡により反射された光は光源または光源の近傍を通過し、回転楕円体鏡により反射され、同様にコーン状の光線となり被照射面に照射される。図6に示す照明装置は、主反射鏡に回転楕円体鏡を用い、前記回転楕円体鏡の被照射面に遠い側のほぼ焦点位置に光源を配し、補助反射鏡に中心位置がほぼ前記光源の位置となるリング状の球面鏡を用いている。

【0090】図7はこの発明の照明装置の構成を示す図である。図7に示す照明装置が図6に示す照明装置と異なる点は光源を通り光軸に垂直な面を境にして回転楕円体鏡と球面鏡を配置したものである。このように、光源を通り光軸に垂直な面で回転楕円体鏡をカットすること

により照明装置のアスペクト比が高くなり、分散値を低減させることができる。

【0091】図8はこの発明の照明装置の構成を示す図である。図8において特徴となる点は複数の補助反射鏡を設けている点である。主反射鏡に一番近い第1の補助反射鏡は放物面鏡である。第2の補助反射鏡以降の補助反射鏡は球面鏡である。第2の補助反射鏡以降の補助反射鏡を球面鏡としているのは、球面鏡により反射された光は球面鏡に入射した光の光路と同一の光路を辿って反射され、光源に戻されるからである。すなわち、球面鏡により反射された光が他の補助反射鏡により妨げられることなく主反射鏡に戻されるようにするためである。もし、第2の補助反射鏡以降の補助反射鏡を放物面鏡としてしまうと、放物面鏡により反射された光は平行光線になってしまうため、他の補助反射鏡により光路を妨げられてしまうことになる。従って、第2の補助反射鏡以降の補助反射鏡は球面鏡である必要がある。このように、複数の補助反射鏡を設けることにより前述したような補助反射鏡を一つだけ設ける場合に比べて照明装置のサイズを小さくすることができる。さらに、一つの補助反射鏡だけでは、利用できなかった光を利用可能にしている。従って複数の補助反射鏡を設けることは照明装置の小型化と、光の有効利用という二つの面に貢献している。

【0092】以上のように図8に示す照明装置は、光源から放射される光を光軸に対し平行性良く、かつ高効率で被照射面に照射する照明装置において、前記光源から放射される光を前記被照射面に照射するための主反射鏡と、前記主反射鏡と前記被照射面との間に、前記光源から前記被照射面外に直接照射される光を前記主反射鏡に戻し、前記主反射鏡を介して前記被照射面に照射し、前記主反射鏡から被照射面に照射される光を妨げない開口径を持つほぼリング状の補助反射鏡を設けていることを特徴とする。

【0093】また、主反射鏡に焦点距離が被照射面の径のほぼ $1/4$ となる放物面鏡を用い、最も前記放物面鏡側にある補助反射鏡に、焦点位置がほぼ光源位置となるリング状の放物面鏡を用い、その他の補助反射鏡にいずれも中心位置がほぼ光源位置となるリング状の球面鏡を用いたことを特徴とする。

【0094】図9はこの発明の照明装置の構成を示す図である。図9に示す照明装置は図8に示した照明装置の第1の補助反射鏡を球面鏡にした場合を示している。即ち、複数の補助反射鏡が全て球面鏡の場合を示している。球面鏡により反射された光は光源または光源の近傍を通過して放物面鏡により平行光線とされ被照射面に照射される。以上のように図9に示す照明装置は、主反射鏡に焦点距離が被照射面の径のほぼ $1/4$ となる放物面鏡を用い、複数の補助反射鏡にいずれも中心位置がほぼ光源位置となるリング状の球面鏡を用いたことを特徴とす

る。

【0095】図10はこの発明の照明装置の構成を示す図である。図10に示す照明装置が図9に示す照明装置と異なる点は、主反射鏡と補助反射鏡を光源を通り光軸に垂直な面を境にして配置している点である。前述したように光源を通り光軸に垂直な面で主反射鏡の開口端をカットすることにより主反射鏡のアスペクト比が大きくなり、光の分散値を小さくすることができる。

【0096】図11はこの発明の照明装置の構成を示す図である。図11に示す照明装置の特徴となる点は、主反射鏡に回転楕円体鏡を用いている点である。光源は回転楕円体鏡の一方の焦点に配置される。また、被照射面は回転楕円体鏡の他方の焦点位置あるいはその近傍に配置される。補助反射鏡として複数の球面鏡を用いており、各球面鏡の中心位置に光源が配置されている。また、各球面鏡の開口部の開口径は光源から離れるにしたがって小さくなる。回転楕円体鏡を用いる場合は、光がコーン状に集束するため補助反射鏡の開口部もそのコーン状の光束に合うように開口部を次第に小さくする。こうすることにより利用されない光を主反射鏡に効率よく戻すことができる。

【0097】以上のように図11に示す照明装置は、主反射鏡に回転楕円体鏡を用い、前記回転楕円体鏡の被照射面に遠い側のほぼ焦点位置に光源を配し、複数の補助反射鏡にいずれも中心位置がほぼ前記光源の位置となるリング状の球面鏡を用いたことを特徴とする。

【0098】図12はこの発明の照明装置の構成を示す図である。図12に示す照明装置が図11に示した照明装置と異なる点は、光源を通り光軸に垂直な面を境にして主反射鏡と補助反射鏡を配置した点である。こうして、アスペクト比を大きくしている。

【0099】図13はこの発明の照明装置の構成を示す図である。図13に示す照明装置の主反射鏡は放物面鏡である。この放物面鏡の径はほぼ被照射面の径と等しい。このように主反射鏡の径と被照射面の径を等しくすることにより、光線を絞ることなく直接被照射面に照射することができ、光線が無駄なく利用できる。また、図13に示す照明装置においては光源と被照射面の間に球面鏡を設けている。光源はこの球面鏡の中心におかれている。この球面鏡は光源から直接被照射面に照射される光を放物面鏡に反射するための球面鏡である。光源から直接被照射面に照射される光は平行光線ではない。従って、この球面鏡を設け、光源から直接被照射面に照射される光を除去している。球面鏡により反射された光は、光源あるいは光源の近傍を通り放物面鏡により反射され平行光線となり被照射面に照射される。

【0100】図13に示す照明装置の球面鏡は光源から主反射鏡の開口端を結んだ線（図13において点線で示す線）の範囲をカバーする球面鏡であればよい。球面鏡をこの点線の範囲をカバーする形状にすることにより光

源から主反射鏡を介さず直接照射される光を全て主反射鏡に戻すことができ、光を有効利用することができる。

【0101】以上のように図13に示す照明装置は、光源から放射される光を効率良く被照射面に照射する照明装置において、前記光源から放射される光を前記被照射面に照射するための主反射鏡と、前記主反射鏡を介さず前記被照射面側に放射される光を前記主反射鏡に戻し、前記主反射鏡を介して前記被照射面に照射する球面反射鏡を中心位置がほぼ前記光源の位置となるように設けていることを特徴とする。

【0102】また、主反射鏡に開口径が被照射面の径にほぼ等しい放物面鏡を用い前記放物面鏡の焦点位置に光源を配したことを特徴とする。

【0103】図14はこの発明の照明装置の構成を示す図である。図14に示す照明装置が図13に示す照明装置と異なる点は、光源を通り光軸に垂直な面を境にして主反射鏡と補助反射鏡を配置した点である。図14に示す照明装置において補助反射鏡は球面鏡である。この球面鏡はほぼ半球状の形をしている。この半球状の球面鏡により照明装置前面に直接照射されていた光を主反射鏡に戻すことになる。主反射鏡に戻された光は平行光線となり被照射面に照射される。このような構成をとることにより照明装置のアスペクト比を高くすると共に、アスペクト比を高くしたことにより利用され無い光を球面鏡により利用可能としている。

【0104】図15はこの発明の照明装置の構成を示す図である。図15に示す照明装置は主反射鏡に回転楕円体鏡を用いている。また、補助反射鏡に球面鏡を用いている。回転楕円体の一方の焦点に光源を配置し、他方の焦点位置あるいはその近傍に被照射面を配置している。球面鏡の中心に光源を配置している。この球面鏡は、光源と回転楕円体鏡の開口端を結ぶ線（図15において点線で示す線）の間をカバーするものであればよい。球面鏡をこのように配置することにより、光源から照明装置前面に対して照射される光をすべて主反射鏡に戻すことができる。

【0105】図16はこの発明の照明装置の構成を示す図である。図16に示す照明装置が図15に示した照明装置と異なる点は、光源を通り光軸に垂直な面を境にして主反射鏡と補助反射鏡を配置した点である。一方の焦点に光源を配置し、球面鏡の中心に光源を配置している。このような構成をとることにより照明装置のアスペクト比を高くすると共に、アスペクト比を高くしたことにより利用され無い光を球面鏡により利用可能としている。

【0106】実施例2. 図17はこの発明の照明装置の構成を示す図である。図17に示す照明装置の特徴となる点は光源と被照射面の間にレンズを配置している点である。このレンズは光源から被照射面に対して照射されていた平行光でない光を平行光にするためのものであ

る。また、光源から照明装置の前面に照射されていた光の中で、被照射面に照射されていなかった光も平行光線にして、被照射面に照射するためのものである。レンズの径は図 17 の点線で示す範囲をカバーできるように設定される。また、このレンズは出来る限り光源に近い方が望ましい、レンズが光源から離れて設置される場合にはレンズの径を大きくしなければ成らなくなり、主反射鏡から反射された平行光線の妨げになるからである。

【0107】以上のようにこの実施例は、光源から放射される光を効率良く被照射面に照射する照明装置において、前記光源から放射される光を前記被照射面に照射するために放物面鏡または回転楕円体鏡を用い前記放物面鏡のほぼ焦点位置に光源を配し、前記放物面鏡または回転楕円体鏡を介さず被照射面側に放射される光を前記被照射面に照射するためのレンズを設けていることを特徴とする。

【0108】図 18 はこの発明の照明装置の構成を示す図である。図 18 に示す照明装置が図 17 に示した照明装置と異なる点は主反射鏡に回転楕円体鏡を用いている点である。レンズの焦点に光源が配置されており、光源から照明装置の前面に照射された光はレンズにより平行光線にされ被照射面を照射する。また回転楕円体鏡により照射された光はコーン状の光束となり被照射面に照射される。

【0109】実施例 3. 図 19 はこの発明の照明装置の構成を示す図である。図 19 に示す照明装置は回転楕円体鏡の一方の焦点に光源を配置している。また回転楕円体鏡の被照射面側の一部を開口し、レンズを配置している。光源から放射された光は回転楕円体鏡の他方の焦点に集光する。集光した光はレンズに放射されレンズにより平行光線として被照射面に照射される。このように回転楕円体鏡の一部を開口することにより光源からの光が無駄無く被照射面に照射される。

【0110】以上のように図 19 に示す照明装置は、光源から放射される光を効率良く被照射面に照射する照明装置において、回転楕円体鏡を用い、前記回転楕円体鏡の被照射面に遠い側のほぼ焦点位置に光源を配し、前記回転楕円体鏡の前記被照射面に近い側の焦点と、前記被照射面の間に、開口径が前記被照射面の径とほぼ等しくなる開口面を有し、焦点距離が前記回転楕円体鏡の前記被照射面に近い側の焦点から前記開口面までの距離にほぼ等しいレンズを前記開口面に配したことを特徴とする。

【0111】実施例 4. 図 20 はこの発明の照明装置の構成を示す図である。図 20 に示す照明装置は球面鏡と放物面鏡を組み合わせたものである。球面鏡の内面は拡散面となっている。球面鏡の中心に光源を配置し、光源から放射された光を拡散面により拡散させる。放物面鏡の焦点は球面鏡の開口部の中心に位置している。開口部から洩れた光は放物面鏡により平行光線となって被照射

面に照射される。

【0112】以上のように図 20 に示す照明装置は、光源から放射される光を効率良く被照射面に照射する照明装置において、反射面が拡散面からなる球面鏡のほぼ中心位置に前記光源を配し、前記球面鏡に非常に小さい開口面を設け、前記被照射面側に前記球面鏡の前記開口面と焦点面が一致する放物面鏡を配したことを特徴とする。

【0113】実施例 5. 図 21 はこの発明の照明装置の構成を示す図である。図 21 に示す照明装置は回転楕円体鏡と円錐反射鏡と放物面鏡から構成されている。光源は回転楕円体鏡の一方の焦点に配置される。また円錐反射鏡の頂点は回転楕円体鏡の他方の焦点となっている。また、回転楕円体鏡の他方の焦点は放物面鏡の焦点となっている。光源から放射された光は回転楕円体鏡等により反射され、他方の焦点に集束する。一方、光源から円錐反射鏡に照射された光は円錐反射鏡により反射を繰り返しながら回転楕円体鏡の焦点に照射される。回転楕円体鏡の他方の焦点に集束した光は放物面鏡により反射され平行光線となり被照射面に照射される。

【0114】以上のように図 21 に示す照明装置は、光源から放射される光を効率良く被照射面に照射する照明装置において、回転楕円体鏡を用い、前記回転楕円体鏡の被照射面に遠い側のほぼ焦点位置に前記光源を配し、前記回転楕円体鏡の開口面から前記被照射面側にほぼ前記回転楕円体鏡の被照射面に近い側の焦点までほぼリング状の円錐反射鏡を設け、さらに前記円錐反射鏡の被照射面側に前記円錐反射鏡の開口面と焦点面が一致するように放物面鏡を配したことを特徴とする。

【0115】図 22 は図 21 に示した照明装置の改良例を示す図である。図 22 においては放物面鏡の中にレンズを設けている。このレンズは放物面鏡の焦点から直接照射される光を平行光線に変えるためのレンズである。一方、回転楕円体鏡の後ろにはレンズが配置され、装置内において利用されなかった光をレンズを介して回転楕円体鏡と円錐反射鏡の内部に導くようにしている。図に示すように、ミラー等により光路を変更することによりレンズを通過させて回転楕円体鏡と円錐反射鏡の部屋内部に装置内において利用されなかった光を導くことができる。

【0116】実施例 6. 図 23 はこの発明の照明装置を示す図である。図 23 に示す照明装置は球面鏡の中心位置に光源を配置している。また球面鏡の一部に開口部を設け、レンズを配置している。光源から放射された光はレンズにより平行光線にされ被照射面に照射される。球面鏡の開口部に設けられたレンズの焦点位置と球面鏡の中心位置が一致するように配置するとともに、その焦点位置（中心位置）に光源を配置することにより被照射面に照射する光を平行光線とすることができる。

【0117】以上のように図 23 に示す照明装置は、光



源から放射される光を効率良く被照射面に照射する照明装置において、球面鏡のほぼ中心位置に前記光源を配し、前記球面鏡の中心より前記被照射面側に開口径が前記被照射面の径とほぼ等しくなるように開口面を設け、焦点距離が前記球面鏡の中心から前記開口面までの距離にほぼ等しいレンズを前記開口面に配したことを特徴とする。

【0118】実施例7. 図24はこの発明の照明装置の構成を示す図である。図24に示す照明装置は主レンズと補助レンズを備えている。主レンズと補助レンズの焦点位置に光源を配置している。補助レンズの背後には平面反射鏡を配置している。光源から主レンズ側に放射された光は主レンズを経由して平行光線となり被照射面に照射される。一方、光源から補助レンズに照射された光は補助レンズにより平行光線となり平面反射鏡に照射される。平面反射鏡は照射された光を反射する。反射した光は補助レンズ及び光源あるいは光源近傍を通過し、主レンズに入射される。そして主レンズにより平行光線とされ、被照射面に照射される。このような構成とすることにより光源の後側に照射された光も有効利用することができる。

【0119】以上のように図24に示す照明装置は、光源から放射される光を効率良く被照射面に照射する照明装置において、光軸に沿って、平面反射鏡、補助レンズ、光源、主レンズ、被照射面の順に配置し、焦点距離が光源からレンズまでの距離とほぼ等しいレンズを補助レンズ、主レンズに用いることを特徴とする。

【0120】実施例8. 図25はこの発明の照明装置の構成を示す図である。図25に示す照明装置は2つの放物面鏡により構成されている。光源は2つの放物面鏡の共通の焦点位置に配置される。このように主反射鏡が2つ対になり前後に存在することにより光源から放射される光が有効に使える。特に従来は光源の後方に放射された光は有効に利用出来なかったが、図25に示すような構成にすることにより光源の前後どちらに放射された光も有効に利用することができる。なお、図25に示す場合は一對の放物面鏡を用いる場合を示しているが、一對の回転楕円体鏡を用いる場合であっても構わない。或いは一方が放物面鏡であり他方が回転楕円体鏡であっても構わない。あるいは球面鏡を用いる場合であっても構わない。また図25に示す場合は2つの主反射鏡を用いる場合を示しているが、3つの主反射鏡あるいは4つの主反射鏡を用いる場合であっても構わない。また、図25に示す場合は主反射鏡が複数存在する場合を示しているが、前述したような補助反射鏡を設けたり、あるいはレンズを設けたりして光の有効利用を図るようにしても構わない。

【0121】実施例9. 図26はこの発明の照明装置の構成を示す図である。図26に示す照明装置は回転楕円体鏡と放物面鏡を組み合わせた例を示している。光源を

回転楕円体鏡の一方の焦点に配置する。また、放物面鏡の焦点を回転楕円体鏡の第2の焦点と一致させる。一方の焦点に配置された光源から放射された光は他方の焦点に集束する。この他方の焦点は放物面鏡の焦点となっているため、他方の焦点に集束した光は放物面鏡から平行光線となって放射される。

【0122】実施例10. 図27はこの発明の照明装置の構成を示す図である。図27に示す照明装置は球面鏡と放物面鏡を組み合わせた場合を示している。光源は球面鏡の中心に置かれると共に放物面鏡の焦点位置に置かれる。光源から球面鏡に放射された光は球面鏡により反射され、再び光源あるいはその近傍を通り、放物面鏡に照射される。放物面鏡はその光を平行光線に伝えて出力する。また、レンズを備えていることにより、光源から直接照明装置前面に出力される光を平行光線に変えて出力する。

【0123】実施例11. 図28はこの発明の照明装置の構成を示す図である。図28に示す照明装置の特徴となる点は、コーン状に集束する光を発生させた後、そのコーン状の光をレンズにより平行光線に変換している点である。前述した各種の照明装置の中には回転楕円体鏡を用いてコーン状の光を発生させている場合があった。このようなコーン状の光を直接被照射面に照射しても構わない場合があるが、平行光線を照射することが望ましい場合が存在する。そのような場合には図28に示すようにレンズを用いてコーン状の光線を平行光線にすることができる。図28に示す場合は、回転楕円体鏡の第2の焦点と被照射面の間に凸レンズを入れて平行光線を生成する場合を示している。もし第1の焦点と第2の焦点の間にレンズを入れて平行光線を生成する場合は、第1の焦点と第2の焦点の間に凹レンズを挿入することにより達成できる。

【0124】なお、図示していないが前述した各種の照明装置において発生された平行光線に対してレンズを挿入することにより光線を集束させたりあるいは発散させるようにしても構わない。被照射面に対してどのような光線を照射するかは、その照明装置が用いられるシステムの要求に応じて変えられるべきものであり、照明装置と被照射面の間にレンズを設けることにより、平行光線からコーン状の光線へ或いはコーン状の光線から平行光線への変換を行なうことができる。また、レンズを用いることにより、光路を変更することができる。また、複数のレンズを挿入することにより、より複雑な変換を行なうことが可能になる。

【0125】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば主反射鏡が被照射面の径にもとづいて決定された焦点距離を有しているため、光源からの光を効率良く被照射面に対して照射することができる。

【0126】また、この発明によれば、主反射鏡の焦点

距離が被照射面に照射される光の割合と光の角度分布により決定されるので、被照射面に対して所望の光を照射することができる。

【0127】また、この発明によれば、主反射鏡の焦点距離は被照射面の径の約  $1/4$  であるので、被照射面のサイズに合わせて主反射鏡のサイズを小さくすることができる。

【0128】また、この発明によれば、回転楕円体鏡を用いることにより光源からの光を効率良く集束させることができる。

【0129】また、この発明によれば、複数の補助反射鏡を備えているので、光源からの光を効率良く利用できる。又、補助反射鏡を複数にしたことにより照明装置のサイズを小さくすることができる。

【0130】また、この発明によれば、補助反射鏡が光源と被照射面の間に設けられることにより、被照射面に利用されていない光を利用することができる。又この発明によれば主反射鏡を光源を通り、光軸に垂直な面まで配置することにより、アスペクト比の値が大きくなり光線の平行度が高まる。また、補助反射鏡を備えていることによりアスペクト比が高くなった主反射鏡を用いる場合でも被照射面に対して無駄なく光を照射することができる。

【0131】また、この発明によれば、補助反射鏡に放物面鏡を用いているので補助反射鏡により反射される光を平行光線にすることができる。

【0132】また、この発明によれば、補助反射鏡が球面鏡であるので、補助反射鏡により反射された光を光源に返すことができる。

【0133】また、この発明によれば、補助反射鏡が開口部を持っているので、主反射鏡から被照射面に照射される光を妨げることがない。

【0134】また、この発明によれば、複数の補助反射鏡のうち一つを放物面鏡とし、他を球面鏡とすることにより異なる経路を辿って利用されない光を利用可能とする。

【0135】また、この発明によれば、複数の補助反射鏡の全てを球面鏡としたので、他の補助反射鏡に邪魔されることなく光を光源に反射することができる。

【0136】また、この発明によれば、光源から直接被照射面に照射される光を主反射鏡に反射するので、被照射面に対して平行光線で無い光が照射されることを防止する。

【0137】また、この発明によれば、主反射鏡の鏡径が被照射面の径に等しいので、主反射鏡からの光は全て被照射面に照射され光の有効利用ができる。

【0138】また、この発明によれば、補助反射鏡によって主反射鏡だけでは利用出来ない光を全て利用することができる。

【0139】また、この発明によれば、被照射面に直接

照射される光をレンズにより平行光線に変えて照射面に照射することができる。

【0140】また、この発明によれば、主反射鏡が放物面鏡であるため平行光線を生成することができる。

【0141】また、この発明によれば、主反射鏡が回転楕円体鏡であるためコーン状に集束する光線を生成することができる。

【0142】また、この発明によれば、回転楕円体鏡に開口部を設け、この開口部から放射される光をレンズにより平行光線に変換することができる。

【0143】また、この発明によれば、球面鏡と放物面鏡を用いて照明装置を構成することができる。

【0144】また、この発明によれば、回転楕円体鏡と円錐反射鏡と放物面鏡を組み合わせることにより、照明装置を構成することができる。

【0145】また、この発明によれば、開口部を有する球面鏡とレンズにより照明装置を構成することができる。

【0146】また、この発明によれば、二つのレンズと平面反射鏡を用いて照明装置を構成することができる。

【0147】また、この発明によれば、二つの放物面鏡を用いて光源の前後に放射された光を有効利用することができる。

【0148】また、この発明によれば、回転楕円体鏡と放物面鏡を用いて照明装置を構成することができる。

【0149】また、この発明によれば、球面鏡と放物面鏡を用いて照明装置を構成することができる。

【0150】また、この発明によれば、前述したような各種照明装置により生成された平行光線をレンズにより集光光線に変換したり、或いは前述したような各種照明装置から生成された集光光線をレンズにより平行光線に変換することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の照明装置の構成を示す図である。

【図 2】 光利用効率の焦点距離依存性を示す図である。

【図 3】 光の角度分布を示す図である。

【図 4】 この発明の照明装置の構成を示す図である。

【図 5】 この発明の照明装置の構成を示す図である。

【図 6】 この発明の照明装置の構成を示す図である。

【図 7】 この発明の照明装置の構成を示す図である。

【図 8】 この発明の照明装置の構成を示す図である。

【図 9】 この発明の照明装置の構成を示す図である。

【図 10】 この発明の照明装置の構成を示す図である。

【図 11】 この発明の照明装置の構成を示す図である。

【図 12】 この発明の照明装置の構成を示す図である。

【図 13】 この発明の補助反射鏡に球面鏡を用いた場

合の構成を示す図である。

【図 14】 この発明の補助反射鏡に球面鏡を用いた場合の構成を示す図である。

【図 15】 この発明の補助反射鏡に球面鏡を用いた場合の構成を示す図である。

【図 16】 この発明の補助反射鏡に球面鏡を用いた場合の構成を示す図である。

【図 17】 この発明の照明装置のレンズを用いた場合の構成を示す図である。

【図 18】 この発明の照明装置のレンズを用いた場合の構成を示す図である。

【図 19】 この発明の回転楕円体鏡を用いた照明装置を示す図である。

【図 20】 この発明の球面鏡と放物面鏡を用いた照明装置を示す図である。

【図 21】 この発明の回転楕円体鏡と円錐反射鏡と放物面鏡を用いた照明装置を示す図である。

【図 22】 この発明の回転楕円体鏡と円錐反射鏡と放物面鏡を用いた照明装置を示す図である。

【図 23】 この発明の球面鏡とレンズを用いた照明装置を示す図である。

【図 24】 この発明の主レンズと補助レンズと平面反射鏡を用いた照明装置を示す図である。

【図 25】 この発明の 2 つの主反射鏡を用いた照明装置を示す図である。

【図 26】 この発明の回転楕円体鏡と放物面鏡を備えた照明装置を示す図である。

【図 27】 この発明の球面鏡と放物面鏡を備えた照明装置を示す図である。

【図 28】 この発明の照明装置により生成された光をレンズにより変更する場合を示す図である。

【図 29】 従来の 3 つの液晶パネルを用いた液晶プロジェクタの構成図である。

【図 30】 従来の 90 度捻れネマティック液晶パネルの動作説明図である。

【図 31】 従来の 90 度捻れネマティック液晶パネルの動作説明図である。

【図 32】 従来のポリマー分散型液晶の動作を説明する図である。

【図 33】 従来のポリマー分散型液晶の動作を説明する図である。

【図 34】 従来のポリマー分散型液晶パネルを用いた液晶プロジェクタの構成を示す図である。

【図 35】 従来の照明装置の光源の特性を示す図である。

【図 36】 従来の光源の発光強度分布を示す図である。

【図 37】 従来の照明装置を示す図である。

【図 38】 従来の補助反射鏡を備えた照明装置を示す図である。

【図 39】 従来の補助反射鏡を備えた照明装置を示す図である。

【図 40】 従来の補助反射鏡を備えた照明装置を示す図である。

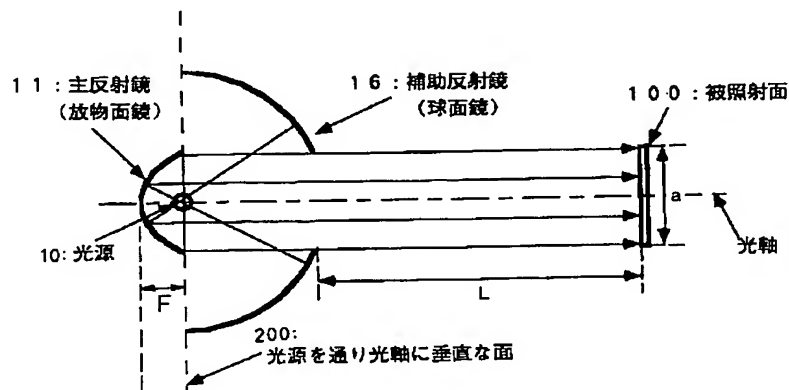
【図 41】 従来の照明装置と液晶パネルとの関係を示す図である。

【図 42】 従来の照明装置と液晶パネルとの関係を示す図である。

【符号の説明】

10 光源、11 主反射鏡、16 補助反射鏡、100 被照射面、200 光源を通り光軸に垂直な面、a 被照射面の径、L 航路長、F 焦点距離。

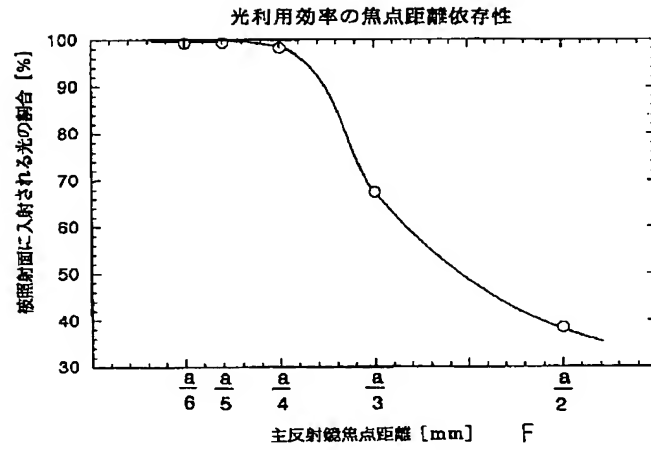
【図 1】



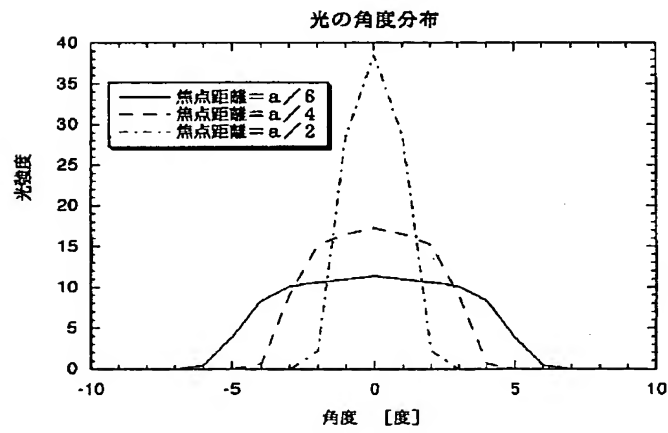
a = 60, L = 50 の条件で計算した。



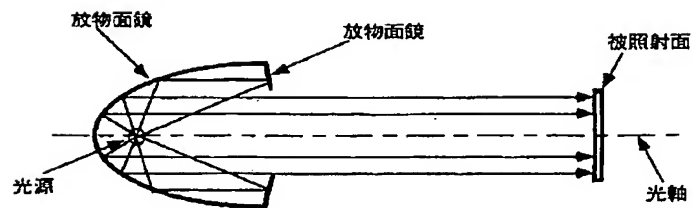
【図 2】



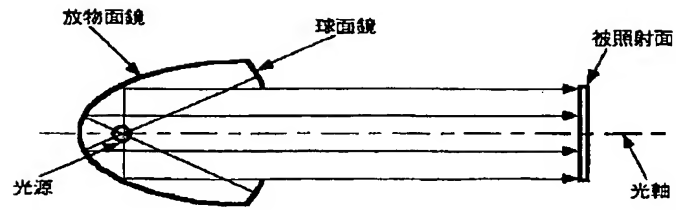
【図 3】



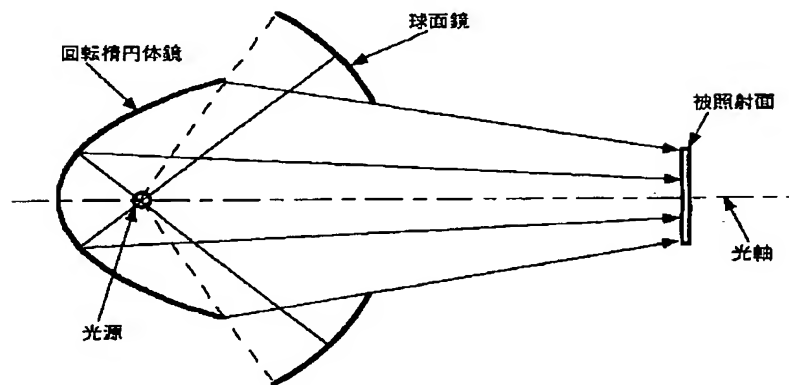
【図 4】



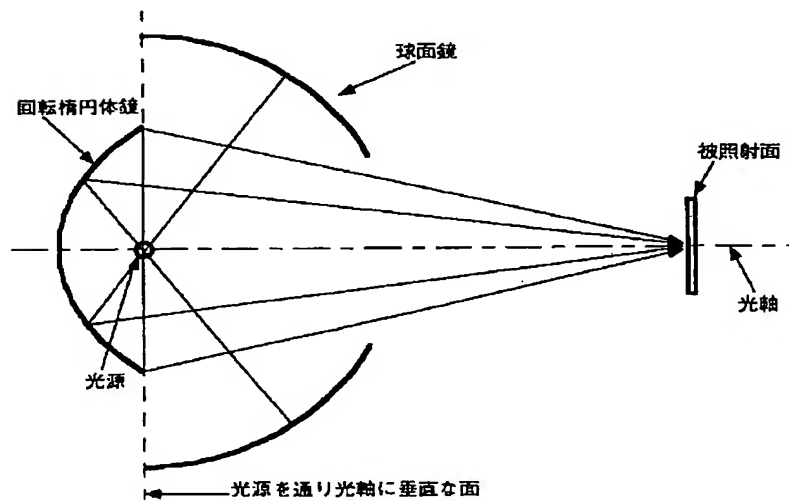
【図 5】



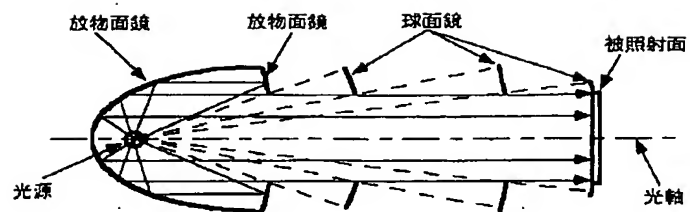
【図 6】



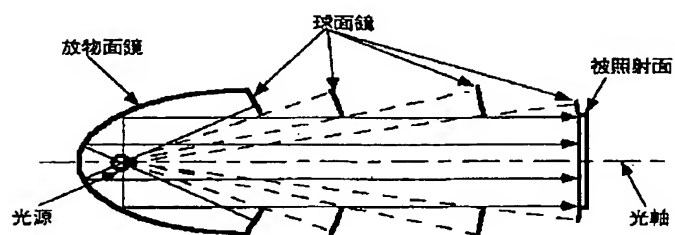
【図 7】



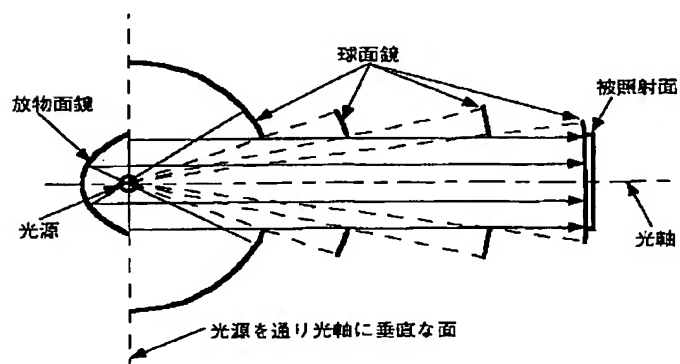
【図 8】



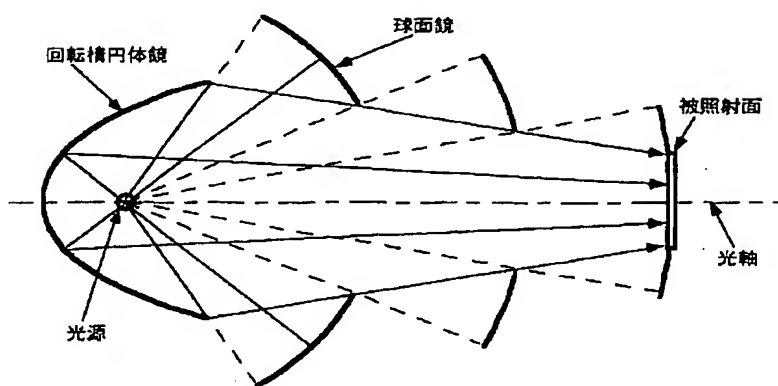
【図 9】



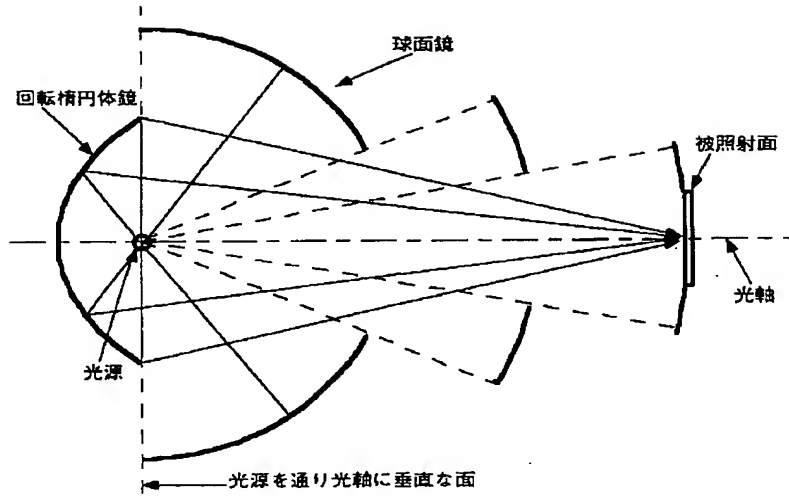
【図 10】



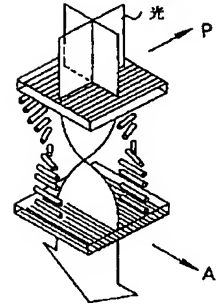
【図 11】



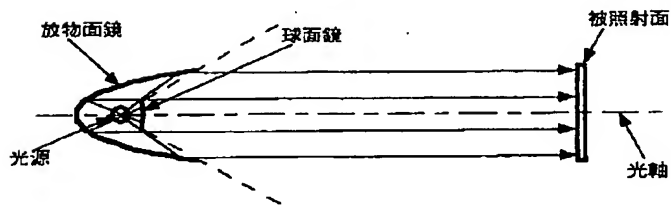
【図 12】



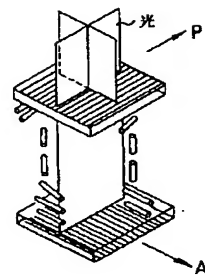
【図 30】



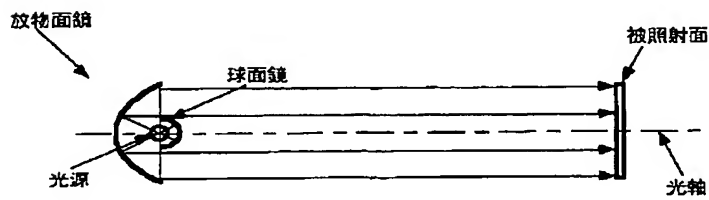
【図 13】



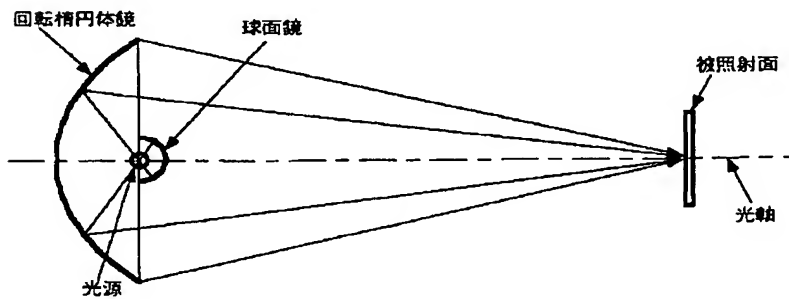
【図 31】



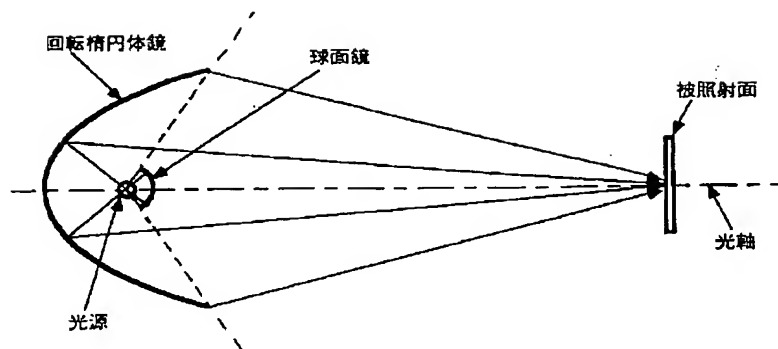
【図 14】



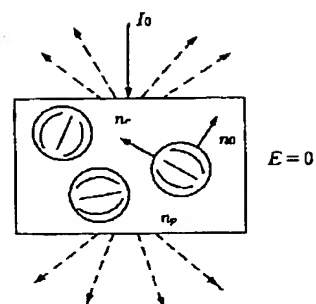
【図 16】



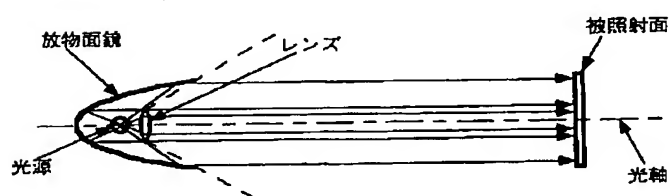
【図 15】



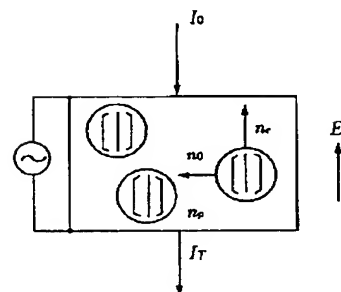
【図 32】



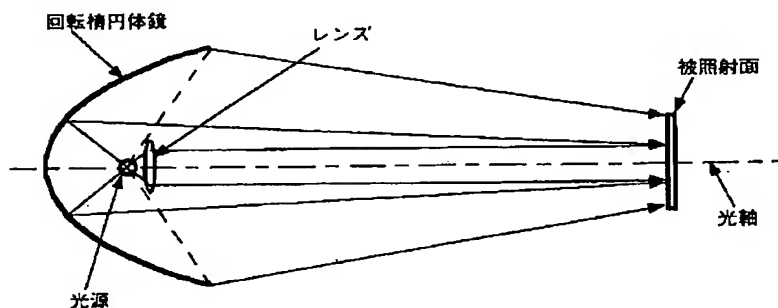
【図 17】



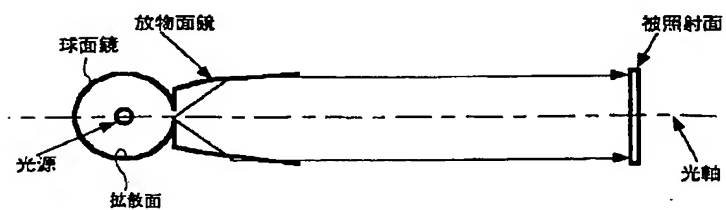
【図 33】



【図 18】



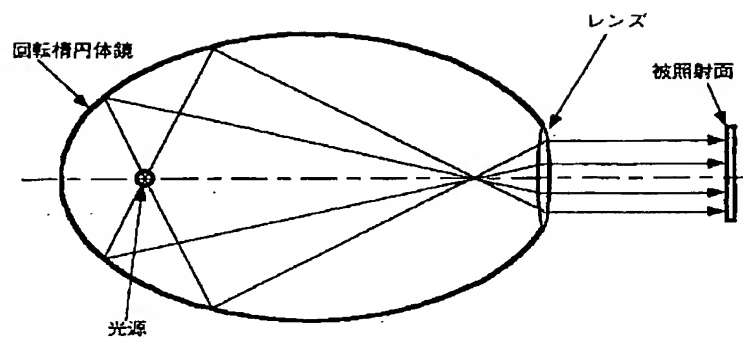
【図 20】



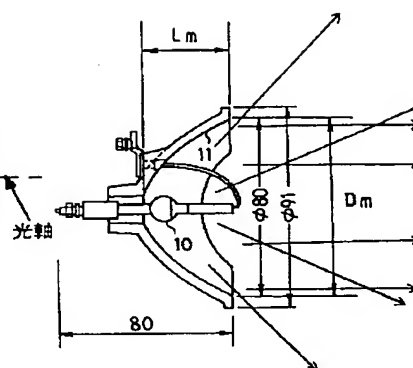
【図 35】

ランプ	メタルハライド	キセノン	ハロゲン
発光効率	80 lm/W	30 lm/W	30 lm/W
色温度	7500 K	6500 K	3000 K
寿命	2000 H	500 H	100 H

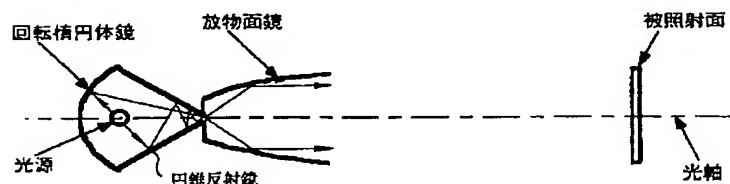
【图 19】



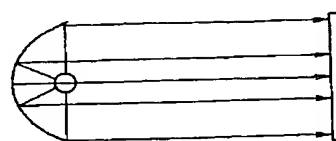
【图 3 7】



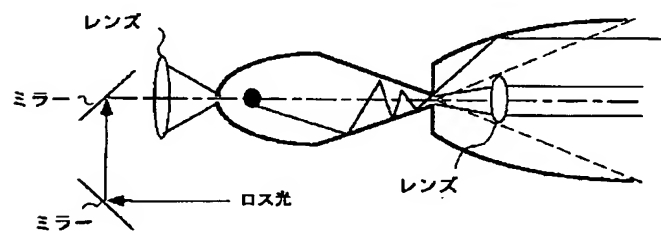
【图 2-1】



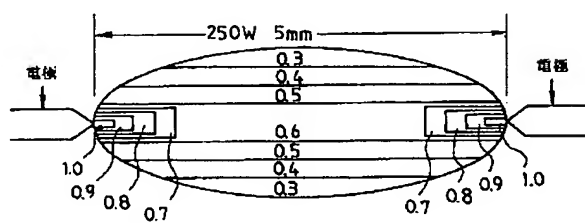
【圖 4 1】



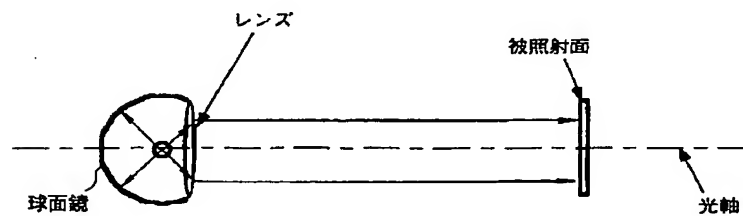
【图 2 2】



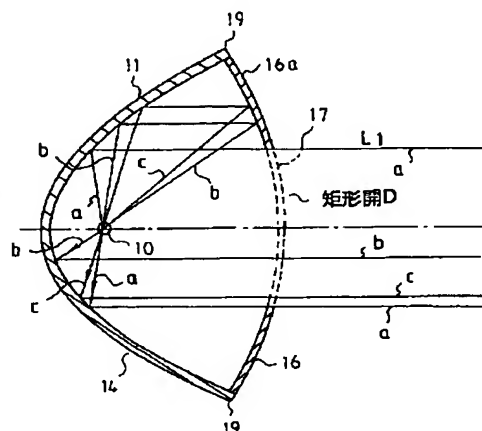
【図 3 6】



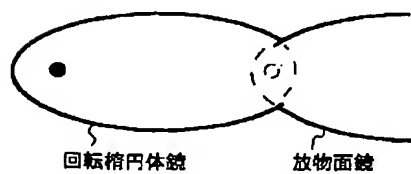
【圖 23】



【图 3 8】

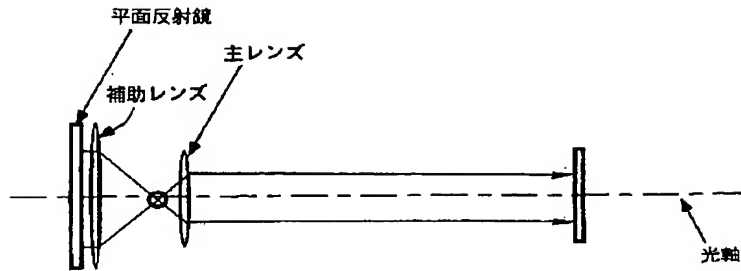


【图 26】

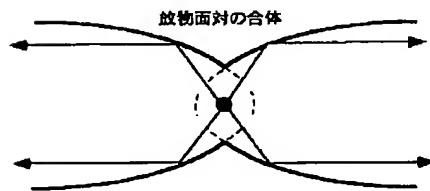


楕円の第2焦点に  
紋物面の焦点と  
一致させる

【図 24】

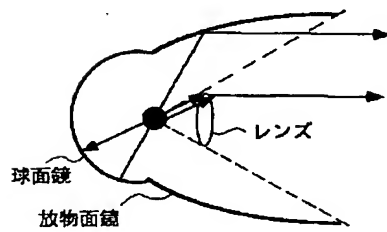


【図 25】



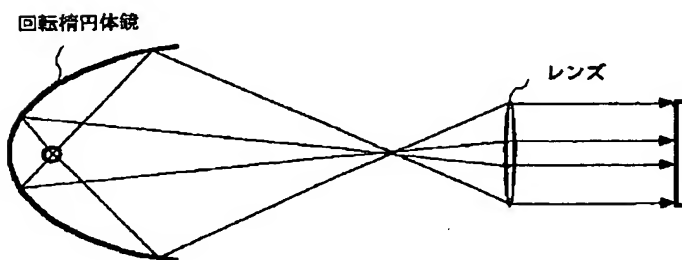
放物面の後ろ光が  
有効に使える

【図 27】

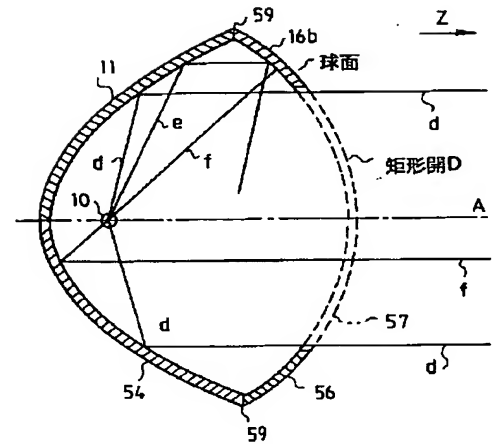


レンズに照射される後ろ、前の光  
がどちらも平行光に変換される

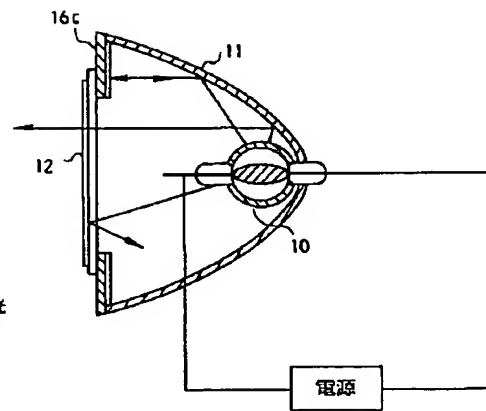
【図 28】



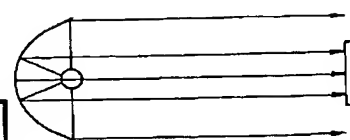
【図 39】



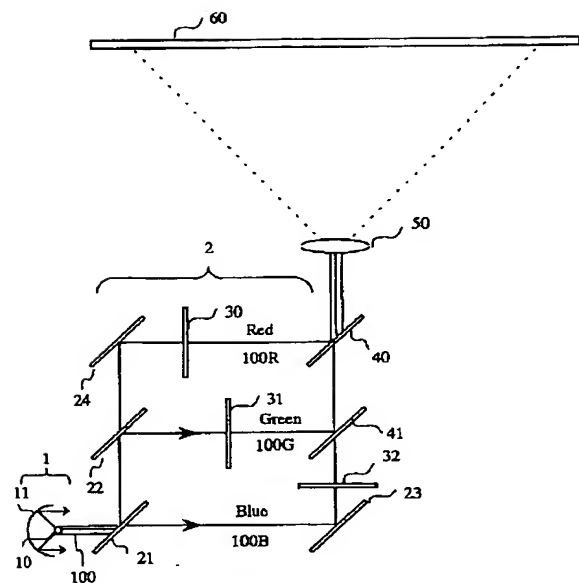
【図 40】



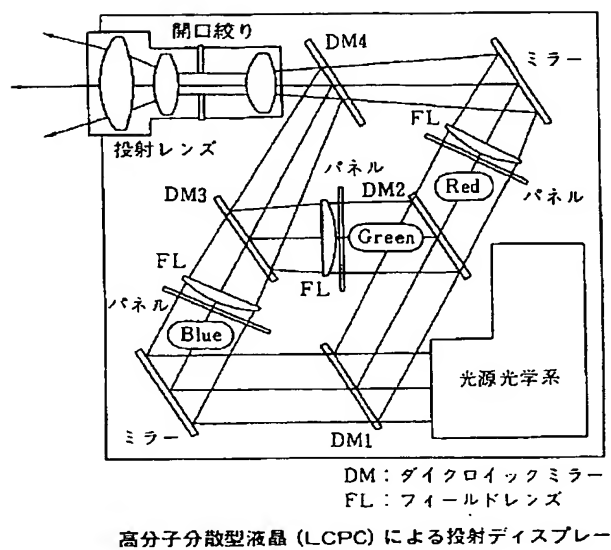
【図 42】



【図 29】



【図 34】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

G 0 9 F 9/00

識別記号

3 6 0

庁内整理番号

7426-5H

F I

G 0 9 F 9/00

技術表示箇所

3 6 0 Z

(72) 発明者 田中 正明

尼崎市塚口本町八丁目 1 番 1 号 三菱電機  
株式会社生産技術センター内



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**